Solidago virga aurea L.

Monographie einer alten Heilpflanze

(Eine botanisch-chemisch-pharmazeutische Bearbeitung)

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Hansischen Universität zu Hamburg

vorgelegt von

ROLF GNEKOW
aus Hamburg-Wandsbek

Hamburg 1938

Diss. Hamburg
1938.

4706

Genehmigt von der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Hansischen Universität zu Hamburg
auf Antrag von **Prof. Dr. G. Bredemann.**

Hamburg, den 25. Juni 1938.

Professor Dr. Klatt, Dekan.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Druck: A. Preilipper, Hamburg 11, Admiralitätstraße 16. Fernruf: 36 50 89.

Dem Andenken meines Großvaters
Apotheker ERNST SCHMIDT

GLIEDERUNG.

Seite

Einleitung 7

Botanischer Teil

Systematische Einordnung, Heimat und Vorkommen 9

Morphologisch-anatomische Literaturübersicht 10

Morphologische Beschreibung 10

Anatomische Beschreibung 18

Keimpflanze S. 18 — Wurzel S. 19 — Rhizom S. 20 — Stengel S. 21
Laubblatt S. 22 — Blüte S. 25 — Frucht S. 32

Keimversuch 33

Synonyma, Handelsnamen, Etymologie, volkstümliche und ausländische Bezeichnungen 34

Chemischer Teil

Literaturübersicht 37

Ausgangsmaterial 37

Wassergehaltsbestimmung 38

Aschenanalyse 39

Ätherisches Öl 40

Gerbstoff 41

Prüfung auf Alkaloide 44

Saponin 45

Organische Säuren 52

Extraktionen der Droge mit verschiedenen Lösungsmitteln 52

Pharmazeutischer Teil

Geschichte der Droge 56

Anwendungsgebiet 59

Pharmakologie der Wirkstoffe 62

Selbstversuch 63

Gebräuchliche und vorgeschlagene Drogenformen 63

Galenische Präparate und ihre Untersuchung 64

Rezeptanhang 69

Zusammenfassung 83

Verzeichnis der Abbildungen 85

Abbildungen 87

Schriftenverzeichnis 97

EINLEITUNG.

Die pflanzliche Therapie, die heute wieder in steigendem Maße an Bedeutung gewinnt, stützt sich zum großen Teil auf Heilkräuter, deren Gebrauch sich im Volke seit alters her bis in die Gegenwart erhalten hat.

Ihnen ist, soweit sie durch jahrhundertelange Erfahrung erprobt sind, ein Wert nicht abzusprechen, auch wenn häufig ihre Wirkstoffe noch nicht wissenschaftlich klar gestellt sind. Daneben gibt es eine Reihe von Heilpflanzen, denen ebenfalls eine physiologische Wirkung zukommen dürfte. Diese werden aber durch ungenaue oder verstümmelte Überlieferung falsch angewandt und erscheinen deshalb als wertlos. Andererseits hat sich aber auch der Gebrauch mancher Kräuter, deren Verwendung ursprünglich auf irgendwelche magische Vorstellungen zurückgeht, trotz ihrer medizinischen Wertlosigkeit hartnäckig im Volke erhalten. Dieser Umstand hat mit dazu beigetragen, daß die ganze Pflanzentherapie in Verruf gekommen ist.

Bei dieser Sachlage ist eine kritische Untersuchung darüber, inwieweit die einzelnen Pflanzen noch heute als Heilmittel neben den chemischen Präparaten ihre Bedeutung haben, eine notwendige und dankbare Aufgabe.

Auf Anregung von Fräulein Dozentin Dr. Ilse Esdorn wurde deshalb eine Arzneipflanze (Solidago virga aurea L.) unter dem Gesichtspunkt bearbeitet, ein möglichst umfassendes Bild von ihr in botanischer, chemischer und pharmazeutischer Hinsicht zu geben.

Und zwar wurde die Goldrute als Thema gewählt, weil sie ein seit alter Zeit bekanntes heimisches Heilmittel ist, das sich bis heute mit gutem Erfolg bewährt hat. Daneben war auch noch mitbestimmend, daß die Goldrute überall in Deutschland verbreitet ist und der Bedarf aus den heimischen Wildbeständen gedeckt werden kann.

BOTANISCHER TEIL.

Systematische Einordnung, Heimat und Vorkommen.

Solidago virga aurea L. gehört zur Familie der Compositen.

Die Species Solidago virga aurea L. steht in der etwa 80 Arten umfassenden Gattung Solidago im Untertribus der Solidagininae im Tribus der Astereae, der in die Unterfamilie der Tubuliflorae eingeordnet ist.

Solidago virga aurea L. ändert in ihren einzelnen Individuen stark ab, wie es bei anderen Compositen auch der Fall ist, da die ganze Familie noch verhältnismäßig jung und in sich noch stark in der Entwicklung begriffen ist. Hierdurch ist der Formenreichtum mancher Arten nur schwer in ein stabileres Schema zu bringen. So ist auch die Species Solidago virga aurea L. von den verschiedenen Autoren in mehr oder weniger Varietäten unterteilt worden. De Candolle (1836) unterscheidet elf verschiedene Formen, Koch (1843) fünf Varietäten. Die Ausgabe der Kochschen Flora (1902) erwähnt nur noch zwei Formen: a) vulgaris, b) alpestris. Andere Autoren wiederum halten einzelne dieser Varietäten z. T. für besondere Arten.

Da das Material für die vorliegenden Untersuchungen in der Umgebung Hamburgs gesammelt wurde und Varietäten hier nicht beobachtet wurden, ist in der nachstehenden Arbeit auf diese Frage nicht weiter eingegangen worden.

Die meisten Arten der Gattung Solidago stammen aus Nordamerika, aus Südamerika nur wenige. In Europa und Asien ist nur Solidago virga aurea heimisch.

Solidago virga aurea hat eine circumpolare Verbreitung. Diese erstreckt sich über die ganze gemäßigte Zone der nördlichen Halbkugel. Solidago überzieht fast ganz Europa (nördl. bis 71 ° 11 ′ nördl. Breite), Nord- und Westasien, Nordamerika und Nordafrika (Hegi).

In Deutschland ist Solidago virga aurea allgemein verbreitet von der Küste bis an die Alpen; hier reicht sie bis in die Krummholzregion hinauf und erklettert als Subspecies alpestris sogar Höhen bis 2800 m.

Sie tritt meist häufig, vorwiegend in nicht zu dichten, verstreuten Kolonien auf und ist dabei auf keine besondere Bodenart beschränkt. Sie liebt aber halbfeuchten, mehr noch trockenen Boden. So wird die Goldrute an trockenen Wäldern, auf Lichtungen und Holzschlägen, auch auf weiter Heide mitten zwischen Heidekraut, an Wegrändern, Straßen- und Eisenbahnböschungen, an Hecken und Mauern gefunden.

Sie wächst im dichten Schatten der Gebüsche auf humusreichem Boden ebenso wie fast völlig alleinstehend auf sonnenbestrahlten, schattenlosen Hängen.

Zur Untersuchung wurden größere Bestände von Solidago virga aurea aus der Umgebung Hamburgs, im Bereich des Urstromtales der Elbe, bei Steinbek, Besenhorst, Geesthacht, Lauenburg und aus der Umgebung von Mölln herangezogen.

Morphologisch-anatomische Literaturübersicht.

Morphologische Beschreibungen finden sich mehr oder weniger ausführlich in den einzelnen floristischen Werken, wie dem von Sturm 1802, Hayne 1821, Hegi und anderen mehr. Da das Goldrutenkraut eine gebräuchliche Droge ist, sind auch in pharmakognostischen Werken wie Berg 1869, Thoms 1931, Wasicky 1936 usw. gute, kurze morphologische Beschreibungen und anatomische Abhandlungen enthalten, diese allerdings nur von einzelnen, in der Droge vorkommenden Pflanzenteilen. Anatomisch am ausführlichsten ist das Blatt bearbeitet worden, so besonders von Weiß 1925 und Wasicky 1936. Daneben wird in neueren morphologisch-anatomischen Bestimmungsschlüsseln (Himmelbaur 1937 und Blazek 1937) auch Solidago virga aurea aufgeführt. Außerdem finden in anatomischen Werken, wie z. B. von Solereder 1899, Solidagoarten bei der Besprechung allgemeiner Compositenmerkmale Erwähnung. Eine eingehendere morphologische Beschreibung der Entwicklung der Pflanze und eine umfassendere, zusammenhängende anatomische Untersuchung der einzelnen Organe der Goldrute liegt bisher noch nicht vor.

Morphologische Beschreibung.

Die Goldrute ist eine ausdauernde Staude, die bis zu 1,40 m hoch wird.

Die Entwicklung der einzelnen Pflanzen zieht sich über den ganzen Sommer und Herbst hin, so daß zur Blütezeit Pflanzen in allen Wachstumsstadien angetroffen werden. Die Blütezeit beginnt in der Umgebung Hamburgs Anfang August und dauert bis in den Oktober hinein. Sogar Anfang November bis zum Auftreten des Frostes findet man noch vereinzelt blühende Pflanzen.

Die Wachstumsform der einzelnen Pflanzen ist, wie schon gesagt, untereinander sehr verschieden.

Vor allem trifft man sie als mehrstengelige, nur in der Blütenregion verästelte Pflanze an (Abb. 3 A).

Vielfach bildet die Pflanze aber auch nur einen hohen, kaum verzweigten, blütentragenden Stengel aus (Abb. 3 B).

Andere Pflanzen wiederum treiben innerhalb eines Jahres nur langgestielte, grundständige, große Blätter, ohne zur Blüte zu kommen (Abb. 3 D).

Oft sieht man auch Pflanzen, die neben solchen grundständigen Blättern noch einen oder mehrere hohe, mehr oder weniger verästelte und beblätterte Stengel mit Blüten ausgebildet haben (Abb. 3 B u. C).

Die Entwicklung der Pflanze geschieht folgendermaßen:

Keimpflanze:

Der Beginn der Keimung ist daran erkennbar, daß der Keimling an einer Stelle des graubraunen Samens grün durchzuschimmern beginnt. Die Samenschale platzt dann meistens an einer Seite in der Längsrichtung bis

zu der dem Pappus gegenüberliegenden Spitze auf. Hierbei tritt ein glasiger Schleim halbkugelförmig aus der Öffnungsstelle heraus. Der Keimling kommt meistens mit der Wurzel zuerst aus dem Samen.

Nach dem Austreten aus dem Samen hat die junge Keimpflanze zwei grüne, langgestreckte, vorne abgerundete, keilförmige Keimblätter. Diese wachsen bis zum Auftreten der Primärblätter und werden bis etwa 8 mm lang. Sie sitzen ungestielt am Sproß und sind unbehaart. Die Keimblätter bleiben noch nach der Ausbildung der Primärblätter sitzen. Sie welken danach, werden gelbbraun und fallen langsam ab.

Die Primärblätter, die um ihren Mittelnerv in der Längsrichtung gerollt hervortreten, sind fast kreisrund, langgestielt und auf beiden Seiten stark, beinahe pelzig behaart. Mit zunehmendem Wachstum ändert sich ihre Grundform kaum. Sie sind in der ersten Zeit noch ganzrandig und werden erst später weitläufig gesägt. Der lange Blattstiel ist schmal geflügelt und ebenfalls bis an die Basis behaart.

Mit fortschreitender Streckung des Blattstieles beginnt an seiner Basis die rötliche Färbung, die sich vorläufig bis zum unteren Drittel hinauf erstreckt.

Die Nervatur des Primärblattes tritt auf der Unterseite deutlich hervor. Sie ist oberseits etwas eingelassen. Der Hauptnerv geht bis zur Spitze des Blattes durch. Die Sekundärnerven laufen schlingenförmig zusammen und werden durch die Tertiärnerven anastomosierend verbunden.

Die Folgeblätter, die in den ersten Monaten gebildet werden, sind ebenfalls noch langgestielt und von der gleichen Form wie die Primärblätter. Der Sproß ist meist farblos, fast durchsichtig.

Die Wurzel ist höchstens 2 mm lang und hat einen Kranz seitlich abstehender, feiner Wurzelhaare.

Mit dem Auftreten der Primärblätter beginnt auch die Wurzel zu wachsen. Die Basis des Sprosses bildet sich außerdem zum Rhizom aus und entwickelt jetzt einige lange, einfache, unverzweigte Seitenwurzeln.

Die ausgewachsene Pflanze hat nun im einzelnen folgendes Aussehen:

Der Wurzelstock liegt ziemlich dicht unter der Erdoberfläche, meistens waagerecht oder schräge bis höchstens 50 ° zur Oberfläche geneigt. Durch die aus ihm entspringenden Wurzeln erhält er ein büscheliges Aussehen. Das Rhizom ist walzenförmig, hart, bis zu 15 cm lang und bis etwa 1 cm dick. Seine Farbe ist außen schmutzig erdbraun, im Innern auf dem Querschnitt weißlichgrau. Es ist leicht längsgeriffelt, knotig verdickt, unregelmäßig gekrümmt und nicht selten mehrköpfig. An seinem hinteren Ende stirbt es regelmäßig ab und wächst vorne weiter. Die Mehrköpfigkeit eines Rhizoms kommt auch dadurch zustande, daß an der Basis einiger Stengel bis etwa 1 cm hoch über der Ansatzstelle neue Adventivwurzeln entspringen und der Stengelgrund so zum neuen Rhizomkopf wird. In unregelmäßigen Abständen sitzen allseitig am Rhizom Knospen und halbringförmige, leicht wulstige Narben von Blattscheiden. Rings um den Wurzelstock treten in seiner ganzen Länge aus ihm dünne, fadenförmige, bis zu 35 cm lange Wurzeln aus, die ausgebreitet und abwärts gerichtet stehen. Ihre Farbe ist blaßgelb. Sie haben einen zähen Zentralzylinder, von dem sich im frischen Zustand das Rindengewebe wie von einem Faden abziehen läßt. Viele dieser Wurzeln sind zonen-

weise oder in ihrer ganzen Länge dünn flaumig behaart. Von diesen einfachen Wurzeln gehen in der unteren Hälfte feine, kurze, leicht ästig verzweigte Seitenwurzeln ab. Manchmal krümmen sich einzelne Wurzeln nicht nach abwärts, sondern bilden nach kurzem plagiotropen Wachstum an ihrer Spitze einen neuen Wurzelstock aus. Dieser Vorgang, auf den schon H a y n e (1821) aufmerksam macht, ist allerdings selten. Gegen Ende der Vegetationszeit treiben an den Köpfen der Rhizome schon die Anlagen für die nächstjährigen Stengel und Grundblätter zu kleinen, blaßvioletten Sprossen aus, die aber noch unter der Erdoberfläche bleiben.

Der Geschmack des frischen Rhizoms ist stark seifenartig, schwach aromatisch, brennend, kratzend, mit kühlem Nachgeschmack. Getrocknet hat das Rhizom ebenfalls einen seifenartigen, schwach aromatischen, später kratzenden Geschmack.

Der Geruch des Rhizoms ist, frisch wie getrocknet, schwach aromatisch, herb seifenartig.

Der Geschmack der frischen Wurzel ist seifenartig, schwach aromatisch, bitter. Getrocknet dagegen schmeckt die Wurzel zuerst süßlich, muffig, sauerzusammenziehend, dann wenig aromatisch, mit beißendem, scharfem Nachgeschmack.

Der Geruch gleicht dem des Rhizomes.

Beim Trocknen schrumpfen Rhizom und Wurzeln ein, und ihre Farben dunkeln etwas nach. Das Rhizom zeigt dann eine stärkere Längsrunzelung, durch welche die im rechten Winkel dazu stehenden Blattnarbenwülste fast verschwinden.

Die markigen S t e n g e l , welche einzeln oder zu mehreren aus dem Wurzelstock entspringen, wachsen aufrecht, bis zur Blütenregion unverzweigt, in die Höhe (Abb. 3 A, B). Sie sind rund oder vielfach leicht längsgeriffelt, sehr selten etwas eckig. Im oberen Teil sind sie kurz flaumig behaart, während nach unten zu mit dem Älterwerden des Stengels die Behaarung immer mehr abnimmt. Die Farbe des Stengels wechselt je nach dem Standort von dunkelviolett bis hellgrün. Steht die Pflanze frei in der Sonne, so ist der Stengel bis oben hin dunkel violett. Mit zunehmender Beschattung des Standortes verliert sich die dunkle Farbe nach oben zu. Aber auch im tiefsten Schatten ist der Stengel an seiner Basis noch deutlich violett gefärbt. Im Halbschatten kann seine Farbe sich auch unregelmäßig in Flecken über den Stengel hinziehen, so daß er scheckig aussieht.

In der Blütenregion verzweigt sich der Stengel mehr oder weniger stark. Auch ist die Länge der Seitenäste in ihrem Verhältnis zum Hauptsproß sehr unterschiedlich, wodurch der Habitus der einzelnen Individuen untereinander ziemlich abändert. Die Äste stehen aufrecht und immer in Blattachseln, wechselständig um den Stengel. Meistens sind die unteren bedeutend länger als die oberen, so daß ihre Spitzen ziemlich in einer Ebene liegen (Abb. 3 C). Hierdurch entsteht das Bild einer Rute. Die Seitenäste sind im oberen Teil leicht flaumig behaart. Die Hauptsprosse sowohl wie ihre Seitenäste tragen in der Infloreszenzregion immer Blüten.

Der Geschmack des frischen Sprosses und seiner Seitenäste ist sehr schwach aromatisch, seifenartig. Getrocknet schmecken sie süßlich, mild, schwach aromatisch.

Die Stengelblätter stehen wechselständig, in unregelmäßigen Abständen, unten spärlicher, nach oben dichter werdend um den Stengel. Die unteren Blätter erscheinen vielfach gestielt, während die oberen immer deutlich sitzend sind. Bei den unteren Blättern ist die Blattspreite mehr oder weniger stark zu einem scheinbaren Blattstiel zusammengezogen (Abb. 19). Dadurch, daß dieser zusammengezogene basale Teil der Blattspreite länger und die herablaufende Blattspreite immer schmäler wird, scheint das Blatt an einem Stiel zu sitzen.

Die Blattspreite der unteren Blätter ist breit, länglich bis eiförmig; ihre Grundform ist nach oben und unten zugespitzt. Die Blattspreite ist bis zu 15 cm lang und 5 cm breit. Sie ist grob, einfach gesägt. Jeder Zahn läuft dabei in eine kleine Spitze aus, die in Richtung der Blattspitze weist.

Die Nervatur ist netzadrig. Der Mittelnerv läuft auf der Unterseite kräftig erhaben bis in die Spitze gerade durch. Auch die Sekundärnerven heben sich auf der Blattunterseite deutlich hervor. Sie laufen leicht gekrümmt in Richtung zum Blattrand, erreichen diesen aber nicht, sondern vereinigen sich vorher, indem sie mit ihren Enden untereinander Schlingen bilden (brachydodrome Ausbildung der Sekundärnerven). Die Tertiärnerven, welche sich nicht mehr aus der Oberfläche herausheben, verbinden die Sekundärnerven so, daß diese anastomosieren. Auf der Blattoberseite ist die Nervatur leicht eingelassen.

Die beiderseitige Behaarung der Laubblätter ist spärlich; nur über den Nerven stehen die Haare, auch mit bloßem Auge erkennbar, etwas dichter. Die Behaarung ist auf den jugendlichen Blättern stärker als auf den ausgewachsenen großen Blättern der unteren Stengelhälfte.

Zur Stengelspitze hin werden die Blätter kleiner, ihre Form verliert die Breite. Sie wird länglich, lanzettlich, und ihr Umriß wird ganzrandig. Die Blätter sind hier in der Blütenregion immer sitzend. Ihre Nervatur und Behaarung ist die gleiche wie bei den schon beschriebenen unteren Blättern.

Die grundständigen Blätter entspringen direkt (Abb. 20) an dem Rhizom. Ihre Blattspreite weist dieselbe Form auf wie die der unteren Stengelblätter. Sie ist nur manchmal noch etwas breiter, rundlicher und größer. Diese grundständigen Blätter sind sehr langgestielt, besonders wenn die Pflanze zwischen dichtem Heidekraut oder anderen ähnlich niedrigen Schattenspendern wächst. Der Blattstiel erreicht in solchem Fall Längen bis zu 20 cm. Aber immer läuft die Blattspreite am Blattstiel, zu einer schmalen Litze reduziert, bis an dessen Ansatzstelle hinab. Der Blattstiel ist an seiner Basis immer leicht violett gefärbt.

Die Farbe aller Blätter ist oberseits matt dunkelgrün, unterseits matt hellgraugrün.

Der Geschmack der Blätter ist seifenartig, stark bitter, schwach aromatisch.

Der Geruch ist schwach aromatisch.

In den Achseln der am Stengel befindlichen Blätter entspringen die Achselknospen, welche von der Stengelbasis zur Spitze hin bei den einzelnen Individuen sich verschieden weit entwickeln.

Die Achselknospen der unteren Stengelregion wachsen fast nie weiter.

Die der mittleren Region kommen meistens nicht über einen kleinen, mehrblättrigen, blütenlosen Quirlstand hinaus, der bei flüchtigem Hinsehen ein nebenblattartiges Aussehen hat.

Die nächsthöheren, ebenso gebildeten Blattquirle entwickeln sich im allgemeinen noch einen Grad weiter, indem sie durch Streckung ihrer Achse zu verschieden stark beblätterten Seitenästchen auswachsen, in deren Blattachseln dann einige Blütenknospen liegen (Abb. 5 A).

Noch weiter nach oben entsteht dann an diesen Seitenästchen wieder in ihren Blattachseln ein neuer Seitensproß, an dem die Blütenknospen zu einem traubigen Blütenstand zusammengesetzt sind.

Der Blütenstand ist endständig (Abb. 4). Er besteht aus einer allseitswendigen Rispe, unterhalb welcher, wie oben gesagt, in den Blattachseln weitere kleine Rispen oder Trauben entspringen.

Die einzelnen Blütenköpfchen stehen an ihrem Blütenstand auf kurzen, behaarten Stielen dicht zusammen, und zwar unten dichter und vielzähliger als an der Spitze eines Standes.

Ein solcher Gesamtblütenstand wird mehr oder weniger durch unterschiedlich starke Ausbildung der Laubblätter in der Blütenregion unterbrochen und verleiht dadurch den einzelnen Pflanzen ein sehr mannigfaltiges Aussehen. Der Blütenstand blüht von unten nach oben auf. An einem blühenden Stengel finden sich dann von unten nach oben alle Stadien der Blüten. Somit sichert sich die Pflanze ein dauerndes Blühen bis zum Ende ihrer Vegetationsperiode.

Die jungen, grünen Blütenknospen haben eine spitz-eiförmige Gestalt. Sie werden eingehüllt von den dachziegelartig angeordneten Schuppen des Involucrums, die außen leicht behaart sind (Abb. 25).

Sind sie etwa 3 mm groß geworden (Abb. 25 A), dann sieht man im Innern der Knospe auf der kleinen, scheibenförmig gestauchten Blütenachse die einzelnen Blütenknospen in wabenartigen Vertiefungen sitzen. Sie sind zart, durchscheinend hellgrün. Eine jede ist eingehüllt in den kleinen, sie aber an Höhe etwas überragenden Pappus. Sie haben bereits Fortpflanzungsorgane ausgebildet und sind hierdurch schon in die zwittrigen Scheibenblüten und die weiblichen Randblüten differenziert. Die Größe der Rand- und Scheibenblütenknospen ist noch gleich. Die Haare des Pappus zeigen schon die fertige Gestalt, aber noch nicht ihre ausgewachsene Größe. Die Höhe der Knospen und der Pappusschicht auf der Blütenachse beträgt etwa 1 mm. Die Breite des Knospenstandes ist etwa 2 mm.

Bei der Weiterentwicklung der Knospe streckt sich diese und wird im unteren Teil walzenförmig; sie behält aber noch ihre Kegelform (Abb. 25 B). Dieses noch völlig geschlossene Stadium erreicht eine Größe bis zu 5 mm. Im Innern der Knospe ist der Blütenstand oben normal abgeplattet, klein und walzenförmig. Der spitzbogige Hohlraum zwischen dem Blütenstand und der Knospenspitze hat sich durch das stärkere Wachstum der Blütenknospen verkleinert. Die Scheibenblütenknospen sind jetzt schon doppelt so groß und dicker als die Randblütenknospen. Letztere verschwinden noch im Pappus der Scheibenblüten. Die durch Verwachsung der fünf Blütenblätter gebildete Zunge der Randblütenknospe ist in der Knospenlage um die Längsachse nach innen eingerollt und bildet eine Röhre um das Pistill. In den Knospen der zwittrigen, röhrenförmigen Scheibenblüten sind die Antheren noch ungeöffnet. Das Androeceum ist mit seinen Antheren, wie bei fast allen Compositen, zu einer Röhre verwachsen. Die Filamente sind noch sehr kurz im Verhältnis zur Länge der Antheren. Die Antheren sind in ihrem obersten Teil noch nicht so

weit zusammengewachsen wie später. Das Gynoeceum ist schon entwickelt. Der Griffel hat eine tief zweilappige Narbe, die im Verhältnis zur Gesamtlänge noch bedeutend größer ist als später. Der Griffel mit seinen dicht zusammengeklemmten Narbenschenkeln ist so lang wie die Staubgefäße und steht in der von diesen gebildeten Röhre. Der Fruchtknoten ist 0,5 bis 0,75 mm lang, von walziger, unten abgerundeter Form, wie ein breitgedrückter Kegel. In der weiblichen, zungenförmigen Randblüte ist das Gynoeceum ebenfalls so weit entwickelt wie in der Scheibenblüte. Die Griffel und Fruchtknoten haben dieselben Größenverhältnisse zueinander wie ihre Blütenknospen.

Im Laufe der Entwicklung wird die ganze Knospe walzenförmig (Abb. 25 C). Die längsten inneren Schuppen des Involucrums krümmen sich mit ihren Spitzen hakenförmig über die jetzt völlig abgeplattete Knospe. Die Farbe der einzelnen Blütenknospen hat schon einen gelblichen Schimmer. Die Randblüten sind in ihrem Verhältnis zu den Scheibenblüten etwas größer geworden. Die Länge der Röhrenblütenknospen beträgt jetzt 3,5 bis 4 mm. Der Pappus umhüllt beide Blütenknospen bis auf das obere Fünftel. In den Röhrenblüten strecken sich jetzt besonders die Filamente und der Griffel, so daß bei diesem die Narbe nicht mehr so tief gelappt erscheint. Dasselbe tritt beim Griffel der Randblüten ein.

Weiter zur Blütenentwicklung hin treten die Hüllschuppen dann auseinander und lassen die jetzt schon gelbe Scheibe der zusammengedrängten Blütenknospen von oben erkennen (Abb. 25 D). In den Röhrenblüten ist im Antherenschlauch der Pollen schon zum Teil auf die Außenseite der Narbenschenkel abgestreift.

Im nächsten Stadium erheben sich die gelben Blütenknospen zylinderartig gebündelt aus dem grünen, walzenförmigen, jetzt fertigen Involucrum und überragen leuchtend dessen Rand (Abb. 25 E). Die Knospe ist 7 bis 8 mm lang und 4 mm dick geworden. Die Randblüten haben die Länge der Röhrenblüten erreicht. Der Griffel der Scheibenblüten bleibt aber in seinem Verhältnis zu dem der Randblüten um etwa ein Drittel länger und dicker. Die ziemlich gleich groß gebliebene Narbe sitzt jetzt auf einem langen Griffel. In der Röhrenblütenknospe verhält sich nun die Antherenröhre zu den freien Filamenten wie 2 zu 1. Die Länge der Filamente beträgt etwa 1 bis 1,5 mm, die Länge des ganzen Androeceums 3 bis 4 mm. Der Fruchtknoten beider Blütenarten hat jetzt die endgültige Länge von 1 mm.

Im letzten Stadium, kurz vor der Entfaltung der Blüten, übertreffen die Randblütenknospen die Röhrenblütenknospen um etwa 1 bis 2 mm; lanzenförmig, noch völlig zusammengerollt stehen sie um den von diesen gebildeten Teller (Abb. 25 F). Der fertig ausgebildete Pappus umgibt die Randblütenknospe in halber Höhe. Das jetzt ausgewachsene Pistill ist halb so lang wie die Zungenblüte; es bleibt aber kleiner und schwächer als das der Röhrenblüte. Die Röhrenblüte, deren fünf Zipfel noch immer über dem Androeceum dachartig zusammengeklappt sind, wird durch dieses voll ausgefüllt. Der Pollen löst sich jetzt fast vollständig aus den Antheren und klebt an der Außenseite der Narbenschenkel. Der Pappus umgibt die Röhrenblüte bis zu zwei Drittel ihrer Höhe.

Der offene Blütenkorb hat eine Länge von 10 bis 18 mm und einen Durchmesser von 5 mm an der Basis bzw. 15 mm über der Korollenregion.

Der Hüllkelch eines Blütenköpfchens besteht aus 14 bis 25 in drei bis vier Reihen angeordneten, leicht konkaven Schuppen (Abb. 28). Er ist von länglicher, fast walzenrunder Gestalt und 5 bis 8 mm lang und 2 bis 5 mm breit. Die einzelnen Hüllschuppen decken sich dachziegelförmig (Abb. 5 A), ihre Größe nimmt allmählich von außen nach innen zu. Die äußeren, kleinsten Schuppen sind etwa 2 mm lang, beinahe herzförmig, mit ausgezogener Spitze (Abb. 28 A 1). Die inneren (Abb. 28 A 2 u. 3) sind lineal lanzettlich und bis zu 7 mm lang. Alle Schuppen sind außenseits behaart, beidseitig um den Mittelnerv herum undurchsichtig grün, am Rande durchscheinend trockenhäutig. Nach dem Verblühen bei der Fruchtreife spreizt sich der ganze Hüllkelch weit auseinander und nimmt ein struppiges Aussehen an.

Der Blütenboden (Abb. 26 R) trägt keine Spreublätter. Er ist verhältnismäßig klein, scheibenförmig bis leicht konvex, massiv und hat auf der Oberseite grubenförmige Vertiefungen mit etwas ausgefransten Rändern, in denen die Einzelblüten sitzen. Die Behaarung ist spärlich und makroskopisch kaum sichtbar (vgl. Anatom. *Capitul*). Der Blütenboden ändert seine Gestalt zur Samenreife nicht wesentlich, er schrumpft nur etwas zusammen und wölbt sich sehr selten noch etwas kegelförmig heraus. Er bleibt aber massiv.

Das Köpfchen blüht mit leuchtend gelber Farbe zentripetal auf. Seine Blühdauer beträgt acht bis vierzehn Tage. Zuerst öffnen sich die Randblüten und der äußerste Kreis der Scheibenblüten ziemlich gleichzeitig, und ihre Narben werden fast zur selben Zeit reif.

Die Randblüten sind Zungenblüten. Sie sind stets eingeschlechtlich, weiblich, zygomorph und haben eine gelbe Farbe. Ihre Blütenformel ist: K ∞ C (5) G (2)

Die Scheibenblüten sind Röhrenblüten. Sie sind stets zwittrig, aktinomorph und ebenfalls gelb. Ihre Blütenformel ist: K ∞ C (5) A (5) G (2)

Am Ende eines Blütenköpfchens (Abb. 5) strahlen fünf bis zehn gelbe Zungenblüten sperrig ab. Die Zahl der Strahlenblüten schwankt innerhalb eines Individuums und nach Standort und Varietät; sie kann bis zu 20 steigen; der Variatio alpestris kommt nach Szymkiewicz (1931) der höchste Mittelwert zu.

Die Länge einer ganzen Zungenblüte beträgt 8 bis 15 mm; davon nimmt die Länge des zur Zunge ausgewachsenen Blumenkronteiles ungefähr zwei Drittel ein (Abb. 32 B). Die ganzrandige Blumenkrone einer Zungenblüte, bei der höchstens an der Spitze noch manchmal drei bis vier Zipfel zu unterscheiden sind, ist flach ausgebreitet, im frischen Zustand selten etwas zurückgeschlagen; erst beim Welken und Trocknen rollt sie sich nach unten auf. Ihre Narbe ist zweischenklig. Der Griffel ist unter der Teilungsstelle nicht verdickt. Die beiden Schenkel sind zuerst in der Knospe, wie schon gesagt, einander zugebogen, spreizen sich dann aber nach Entfaltung der Blüte voneinander ab und sind nun nach auswärts gekrümmt. Der Fruchtknoten ist, wie auch bei den Röhrenblüten, einfächerig und unterständig. Er ist hellgrün bis fast farblos und höchstens 1 bis 1,5 mm lang und ⅓ bis ½ mm breit. Er ist stumpf zuckerhut-

förmig oder verkehrt eiförmig, leicht längsgerillt und, wie auch der Unterteil der Korolle, behaart. Der einreihige Pappus besteht aus weißlichen, gezähnelten Haaren, die alle ungefähr gleich lang sind. Sie sind etwas länger als der Röhrenteil der Zungenblüte.

In der Mitte des Köpfchens sitzen 15 bis 25 Röhrenblüten. Ihre Zahl ist wieder sehr verschieden. Nach Szymkiewicz (1931) weist die alpine Varietät die höchsten Werte auf.

Die Korolle der Röhrenblüte ist in der unteren Hälfte gleichmäßig röhrenförmig und erweitert sich dann zu einer tief fünfzipfeligen Glocke (Abb. 32 A). die Zipfel schneiden ungefähr ein Viertel der ganzen Korollenlänge ein; sie bleiben während der Blütezeit entweder annähernd aufrecht stehen oder klappen bis zur Waagerechten um oder rollen sich sogar schon nach unten ein. Die Länge der Röhrenblüte beträgt etwa 5 bis 7 mm. Die fünf Staubgefäße sind mit ihren Antheren, wie oben schon gesagt, zu einer Röhre verwachsen, durch die der Griffel hindurchwächst. Die Filamente und der Griffel strecken sich nach dem Öffnen der Blüte stark und überragen bei fertiger Entwicklung die Korolle um 3 bis 4 mm. Die Antheren sind gelb gefärbt. Nach der Pollenreife färbt sich manchmal der das Konnektiv bildende Teil des Filamentes braun. Die Narbenschenkel sind beim Durchtritt durch die Antherenröhre eng zusammengeklemmt und bleiben auch nachher, im Gegensatz zu denen der Zungenblüten, einander zugekrümmt. Sie sind unter der Lupe, wie die Narben der Randblüten, außenseits deutlich papillös behaart. Der Griffel ist bedeutend größer und stärker als der der Randblüten, wie 3 zu 2 oder manchmal 2 zu 1, und ebenfalls unter der Teilungsstelle nicht verdickt. Der Fruchtknoten ist wie der der Randblüten gebaut und von gleicher Größe. Der Pappus unterscheidet sich ebenfalls nicht von dem der Randblüten. Auch hier erlangt er nicht die Höhe der Korolle, sondern reicht nur bis an das Ende der Verwachsungsstelle der Blumenkronblätter.

Nach dem Verblühen verliert das Blütenköpfchen seine leuchtend gelbe Farbe und färbt sich aschgrau-braun. Vielfach behalten die Randblüten noch am längsten ihre gelbe Farbe, oftmals so lange, bis das ganze Köpfchen schon verblüht und verfärbt ist. Seine geschlossene, walzenförmige Gestalt behält das Blütenköpfchen, wie schon erwähnt, bis zur Zeit der Samenreife bei.

Der Geschmack der Blüte ist zuerst süßlich, dann seifenartig, scharf bitter. Die Blüte färbt den Speichel gelb.

Ihr Geruch ist schwach aromatisch, aber nicht intensiv ausgeprägt.

Die Frucht ist als Compositenfrucht eine Achäne (Abb. 32 C). Ihre Größe ist sehr verschieden, bis zu 4 mm lang und 1 mm dick. Sie ist leicht längsgerillt (8 bis 12 Rillen) und behaart. Die Farbe ist von hell- bis dunkelbraun mit allen Übergängen. Die Frucht ist beiderseits verschmälert, stumpf spindelförmig. Am oberen Ende, wo der Pappus sitzt, ist sie breiter, nach unten verläuft sie spitzer. An der Abbruchstelle vom Blütenköpfchen befindet sich eine kleine, weißliche, wulstförmige Narbe. Der einreihige Pappus ist flach ausgebreitet, die Länge seiner einzelnen Haare beträgt etwa 4 mm.

Als 1000 Korngewicht wird von Augustin (1930) angegeben:

für den größten Samen	=	0,4110 g
„ „ kleinsten „	=	0,3754 g
„ einen Mittelwert	=	0,3932 g

Die Körnerzahl im Kilo beträgt danach 2 543 234.

Das stimmt mit eigenen Zählungen, die ein Mittel von 0,407 g ergaben, fast überein.

Anatomische Beschreibung.

Keimpflanze.

Die Keimblätter sind bifacial gebaut. Die Zellen der Epidermis der Blattoberseite sind in der Aufsicht in der oberen, reichlich Chlorophyll führenden Hälfte des Keimblattes stark wellig buchtig, ohne besonders verdickte Wände. Auch über den Blattnerven bleiben die Epidermiszellen unverändert. In der unteren, chlorophyllärmeren, sich verjüngenden Blatthälfte werden die Zellen langgestreckt und haben dann glatte Wände. Spaltöffnungen sind über das ganze Blatt, in der oberen Hälfte häufiger, verteilt. Sie werden von drei bis sechs Nebenzellen umgeben, die sich nicht von den anderen Epidermiszellen unterscheiden. Auf der Blattunterseite ist die Epidermis ähnlich gebaut, nur sind ihre Zellen im allgemeinen etwas kleiner. Auf dem Querschnitt sind die Epidermiszellen polygonal oder leicht tangential gestreckt. Im Mesophyll der oberen Blatthälfte erkennt man eine zwei- bis dreizellreihige Palisadenschicht und ein Schwammparenchym. Die Palisadenzellen sind rundlich polygonal bis längsgestreckt. Sie liegen ziemlich lückenlos aneinander. Das Schwammparenchym besteht aus rundlich ovalen, dünnwandigen Zellen, die verhältnismäßig dicht zusammenliegen. Häufig hat ihre oberste Schicht eine palisadenähnliche Anordnung, wodurch der Übergang mehr oder weniger undeutlich wird. Im basalen Teil des Blattes finden sich, nach unten gehäuft, Kristalle aus Calciumoxalat. Die Gefäßbündel enthalten schon leicht verholzte Spiralgefäße. Sekretgänge sind in der Umgebung der Nerven nur sehr vereinzelt festgestellt worden.

Stärke (Jodjodkali) wurde nur in den Schließzellen der Spaltöffnungen beobachtet.

Im Gegensatz zu den Kotyledonen weisen die Primärblätter schon eine starke Behaarung auf, die vor allem aus den üblichen Gliederhaaren und Geißelhaaren (siehe Anatomie des Blattes) besteht. Die Epidermiszellen der Blattober- und -unterseite bieten das gleiche Bild. Sie haben stark welligbuchtige, noch nicht verdickte Wände. Die Spaltöffnungen sind einfach gebaut und, wie bei allen Laubblättern, von einer verschiedenen Anzahl von Nachbarzellen umgeben.

Die Epidermiszellen des Stengels sind in der Aufsicht längsgestreckt und glattwandig. Auf dem Querschnitt erscheinen sie polygonal bis tangential gestreckt, mit mäßig verdickten Außenwänden. Daran schließt sich das breite, homogene Rindenparenchym aus dünnwandigen und rundlichen Zellen, das von kleinen Interzellularen durchzogen wird. Zum Zentralzylinder hin wird die Rinde abgeschlossen durch eine Endodermis aus kleinen, regelmäßigen Zellen. An dieser liegen verschiedentlich Sekretgänge. Die Gefäßbündel sind

noch nicht besonders differenziert. In ihnen sind nur deutlich zu erkennen die Tracheiden und Spiralgefäße, die schon schwach verholzt sind.

Auf dem Querschnitt der Wurzel fallen die Zellen der Oberhaut durch ihre leicht rechteckige und ziemlich regelmäßige Form auf. Daran schließt sich ein breites, homogenes Rindenparenchym, das von zahlreichen kleinen Interzellularen durchzogen wird. Abgeschlossen wird diese Rinde gegen den Zentralzylinder durch eine Endodermis aus kleineren regelmäßigen Zellen. An ihr liegen im Rindengewebe kleine, schizogene Ölgänge vor den Siebteilen angeordnet. Im Zentralzylinder sind die Gefäße (Spiralgefäße) schon verholzt.

Inulin ist in der Wurzel zum Teil bereits vorhanden.

Wurzel.

Die Wurzel der ausgewachsenen Pflanze zeigt auf dem Querschnitt ein ähnliches Bild (Abb. 6).

Die Zellen der Oberhaut sind zum Teil beschädigt und verkorkt.

In der subepidermalen Schicht sind kleine Ölzellen verstreut.

Die breite Rinde besteht aus gleichmäßig verdickten Zellen von länglich-ovaler bis rundlicher Gestalt. Sie sind von zahlreichen kleinen Interzellularen und Interzellulargängen durchzogen. Eine Tüpfelung der Zellen ist nur schwach ausgebildet. Die Zellen sind auf dem Längsschnitt längsgestreckt. Auch hier liegen große, schizogene Ölgänge an der Endodermis in der Rinde. Sie finden sich immer vor den Bastteilen des primären Fibrovasalsystems und entstehen durch Zellteilung der Endodermis, wie es Solereder schon 1899 allgemein für Compositen angibt. Sie ziehen sich durch die ganze Länge der Wurzel bis in die Spitze hinein (Abb. 7).

Im Zentralzylinder sind die Gefäße in Gruppen mehr oder weniger deutlich angeordnet. Sie sind von Holzparenchym und Sklerenchymfasern umgeben. Die Gefäße sind Spiral-, Netz- und Ringgefäße.

Die Seitenwurzeln zeigen denselben Bau wie die Hauptwurzeln. Auch in ihnen sind schon Ölgänge angelegt.

Die Wurzel ist vielfach von einem Pilz befallen, der dicht unter der Oberhaut in langen Hyphen die Wurzel durchzieht. Die Hyphen liegen vorzugsweise an den längsgestreckten Seitenwänden der Zellen (Abb. 9). In dieser Mycelzone befinden sich auch, teils die Zellen ausfüllend, teils extrazellular, braune, grobkörnige Komplexe, die, da sie mit den Hyphen in Verbindung stehen, wohl pilzlichen Ursprungs sind.

Mc. Dougall und Olalla (1929) berichten, daß nach ihren Untersuchungen bei der schiedenen Compositen, u. a. auch bei Solidagoarten, endotrophe Mykorrhizen festgestellt wurden. Nach ihnen sollen sie hier ebenso verbreitet sein wie bei den Orchidaceen und Ericaceen. Die Frage, ob es sich hier um harmlose Wurzelparasiten oder um für den Wirt wichtige Symbionten handelt, lassen sie offen.

Die Hauptwurzel ist häufig in ihrer ganzen Länge verschieden dicht mit langen, einzelligen Haaren bedeckt. Es wechseln an einer Wurzel vielfach Zonen dichter Behaarung mit vollkommen haarfreien ab. Diese Haare sind Ausstülpungen der Epidermis und liegen in verschiedener Länge stark verschlungen und gewunden durcheinander (Abb. 8).

Auffälligerweise tritt die Behaarung der Wurzel nur über den von dem Pilz befallenen Stellen auf.

Inulin ist besonders im breiten Rindengewebe und hier vor allem in der inneren Hälfte enthalten. Es scheidet sich im alkoholischen Präparat als Sphaerokristalle aus. In 15% alkoholischer α-Naphthollösung lösen sich die Kristalle beim Zusatz von etwas konzentrierter Schwefelsäure mit violetter Farbe (Reaktion auf Inulin nach Molisch 1913).

Die periphere Rindenzone färbt sich mit demselben Reagenz (Naphthol-Schwefelsäure) überwiegend rot (Saponinreaktion nach Molisch). (Isoliertes Saponin aus Solidago virga aurea gab mit Naphthol-Schwefelsäure eine rosalila Färbung.)

Mit Phlorogluzin-HCl färbt sich der ganze Holzteil dunkellila. Im Zentrum ist diese Färbung schwächer.

Mit Sudan-Glycerin färben sich die verkorkte Oberhaut, die Endodermis und die Inhaltsstoffe der Sekretgänge rot-orange.

Rhizom.

Der Querschnitt des Rhizoms zeigt zwischen Rinde und Mark einen breiten Holzkörper, der durch die primären und sekundären Markstrahlen stark zerklüftet aussieht. In diesem Holzzylinder sind die einzelnen Jahresringe deutlich zu erkennen (Abb. 10).

Die Rinde besteht einheitlich aus länglich-ovalen bis runden Zellen mit glatten, mäßig verdickten Wänden. Zur Peripherie hin sind diese Zellen meistens etwas abgeplattet und gehen dort in das Korkgewebe über. Das ganze Gewebe ist, wie bei der Wurzel, stark von Interzellularen und Interzellulargängen durchzogen. Die Rinde wird nach innen zu abgeschlossen durch eine Endodermis, deren Zellen sich mit Sudan-Glycerin braun färben.

An dieser Endodermis treten im Rindengewebe zahlreiche Ölgänge auf (Abb. 12). Diese sind schizogen gebildet und durchziehen das ganze Rhizom. Sie liegen, wie auch beim Stengel, vor den Gefäßbündeln an Sklerenchymfasergruppen, von denen sie im allgemeinen nur durch die Endodermis getrennt sind.

Im Holzteil wechseln Zonen weiter Gefäße ab mit englumigem Holzprosenchym und Ersatzfasern mit starken Poren. Dazwischen befinden sich mehr oder weniger regelmäßig eingestreute Sklerenchymfaserbündel. Durch diese Anordnung wird die Jahresringbildung erkennbar (Abb. 11).

Das Mark besteht aus einem homogenen, parenchymatischen Gewebe. Seine Zellen haben auf dem Längs- und Querschnitt eine länglich polygonale, würfel- bis quaderartige Gestalt. Ihre Wände sind mäßig knotig, perlschnurartig verdickt. Das ganze Gewebe hat starke Ähnlichkeit mit dem Mark des Stengels. Es ist ebenfalls mit Interzellularen durchsetzt. Die einzelnen Zellen des Markes enthalten Kristallnadelbündel aus Calciumoxalat.

Die Markstrahlen führen keine Kristalle und bestehen aus dünnwandigem, parenchymatischem Gewebe.

Inulin ist im Rindengewebe, im Siebteil, in den Markstrahlen sowie im Mark, hier besonders in den peripheren, an den Holzkörper grenzenden Schichten, enthalten. Das zentrale Mark ist im allgemeinen frei von Inulin.

Die Saponinfärbung nach Molisch tritt vor allem im Rindengewebe und in den Markstrahlen auf.

Mit Sud.-Glyc. färben sich außer der Endodermis noch die Ölzellen und die Korkzone an.

Mit Thionin H (Weber 1937) tritt eine Blauviolettfärbung des Rindenparenchyms, der Markstrahlen und des Markes ein (Reaktion auf Zellulose). Der Holzteil mit den Sklerenchymzellbündeln und Gefäßen färbt sich dagegen grünblau.

Mit Scharlach R (Weber 1937) kommt eine Blutrotfärbung des Sekrets in den Ölgängen zustande. Das ganze übrige Gewebe färbt sich leicht violett bis blaßbraun.

Stengel.

Der Stengel zeigt in seiner ganzen Länge auf dem Querschnitt eine schmale Rinde und ein großes Mark (Abb. 13).

Die Vielzahl der Gefäßbündel bildet einen nahezu geschlossenen Ring um das homogene Mark, der nur von den schmalen Markstrahlen durchbrochen wird. Im fertig ausgebildeten Stengel haben die einzelnen Gefäßbündel ziemlich die gleiche Form, während sie in seinem jungen Stadium die Gleichmäßigkeit der äußeren Gestalt noch vermissen lassen.

In der Aufsicht ist die Cuticula nur schwach gerunzelt.

Die Epidermiszellen sind mehr oder weniger polygonal, zum Teil in manchen Zonen langgestreckt und im Gegensatz zum Blatt geradlinig begrenzt. Ihre Wände sind leicht knotig, manchmal perlschnurartig verdickt.

Auf der Epidermis sind ungleichmäßig Spaltöffnungen verteilt, welche in den Zonen der gestreckten Epidermiszellen seltener sind. Die Spaltöffnungen sind einfach gebaut, ohne besondere Nebenzellen. Sie gleichen in ihrem Bau den Spaltöffnungen des Blattes. Die Zahl der Nachbarzellen schwankt zwischen 3 bis 6. Am meisten sind 4 bis 5 vorhanden.

Die Epidermis besteht im Querschnitt (Abb. 14) aus schwach tangential gestreckten, polygonalen Zellen mit stark verdickter Außenwand. Im unteren Teil des Stengels findet, wie bei den Compositen üblich, eine oberflächliche Korkentwicklung statt. Die unter der Epidermis liegende Schicht besteht hier zum Teil aus tangential gestreckten, rechteckigen Zellen mit größerem Lumen als dem der Epidermiszellen und hat somit hypodermartigen Charakter. Daran schließen sich dann einige Lagen schmaler, tangential gestreckter Korkzellen an.

Unter der Epidermis bzw. diesen Korkschichten liegt das Rindengewebe (Abb. 14). Dieses besteht auf dem Querschnitt aus mehreren Schichten leicht tangential gestreckter, ovaler Zellen, die teilweise kollenchymatisch verdickt sind. Die die Atemhöhle der Spaltöffnungen umgebenden Zellen haben nur dünne Wände. Das Gewebe wird von zahlreichen Interzellularen durchzogen. Es liegen hier schizogene Sekretbehälter verstreut.

Abgeschlossen wird die Rinde nach innen zu durch eine Endodermis. Diese besteht aus polygonalen bis rechteckigen, gleichmäßigen Zellen, deren Wände teilweise verkorkt sind.

An der Endodermis treten in der primären Rinde schizogene Sekretgänge auf. Diese befinden sich einzeln oder zu mehreren dorsal vor den Gefäßbündeln. Sie grenzen meist direkt an die Endodermis, selten sind sie durch einige Zellschichten von ihr getrennt. Sie durchziehen den ganzen Stengel bis in die Spitze des Blütenstandes, sind aber im basalen Teil deutlicher ausgeprägt.

An der Endodermis nach innen zu liegen vor dem Gefäßbündelring Sklerenchymfasern, die im jungen Stengel noch einen geschlossenen Ring bilden. Durch die Tätigkeit des Kambiums reißt beim Dickerwerden des Stengels dieser Ring auseinander, und die Sklerenchymfasern finden sich dann nur noch in Gruppen zusammen vor dem Phloem. Diese Fasern sind bis 1 mm lang, schlank, vielfach knorrig und mit stark geporten Wänden

versehen (Abb. 15). Sie werden von der Peripherie zum Phloem hin kleiner und englumiger.

Das Kambium ist meistens deutlich ausgebildet und zieht sich im älteren Stadium als ein geschlossener Ring durch den ganzen Kranz der Gefäßbündel und Markstrahlen.

Im Holzteil sind ebenfalls Gruppen von Sklerenchymfasern vorhanden. Die Gefäße liegen zwischen diesen Libriformfasern und Ersatzfasergruppen einzeln oder in Gruppen eingestreut.

Die Gefäße (Spiral- und Netzgefäße) haben einfache Poren; außerdem sind noch Tracheiden vorhanden.

Das dünnwandige, unverholzte Holzparenchym ist vorwiegend um die Gefäße herum gelagert. Das ganze Gefäßbündel wird zum Mark hin von Zellschichten abgeschlossen, die auf dem Längsschnitt längsgestreckt sind und verdickte Wände mit starken Poren haben.

Das Mark setzt sich aus weitlumigen Parenchymzellen mit mäßig verdickten, stark getüpfelten Wänden zusammen. Es ist von zahlreichen Interzellularen durchzogen.

Die Markstrahlen bestehen bis zum Kambium aus radial gestreckten, dickwandigen Zellen, die stark getüpfelt sind. Zum Mark hin sind diese noch länglich oval, weitlumiger und von Interzellularen durchsetzt; zum Kambium hin werden sie kleiner, kantiger und bilden lückenlose Ketten. Die Zellen sind in diesem Teil des Markstrahles besonders im älteren Stengel verholzt, so daß bei Färbung mit Phlorogluzin-Salzsäure sich die Markstrahlen nicht von dem Holzteil unterscheiden. Zwischen Kambium und Endodermis sind die Zellen der Markstrahlen wieder größer und mit Interzellularen durchsetzt. Sie bleiben starkwandig und deutlich geport. Auch im alten Stengel sind diese Zellen nicht verholzt. Bei Färbung mit Phlorogluzin-Salzsäure bilden sie mit dem Phloem somit einen geschlossenen, farblosen Ring. Der Stengel ist, besonders in der oberen Region, wie schon in der Morphologie erwähnt, mit mehrzelligen Gliederhaaren besetzt (Abb. 16, 17, 18). Es wurden bis zu 12 und 14 Zellen je Haar festgestellt. Die einzelnen Zellen kollabieren oft. Die Haare haben in ihrer Spitze zum größten Teil ein braunes Sekret eingelagert, in dem manchmal sogar eine Schichtung zu erkennen ist. Diese Spitzen tragen vielfach eine kleine, farblose Kappe, welche aber sehr leicht abgestoßen wird.

Mit Sudan-Glycerin färben sich die Epidermis, die Haare, die Endodermis und Sekretzellen orange.

Mit Phlorogluzin-Salzsäure tritt eine Rotfärbung auf bei den Holzgefäßen, den sämtlichen Sklerenchymfasern und den verdickten Zellen der Markstrahlen zwischen Mark und Kambium. Bei dieser Färbung hebt sich die Endodermis besonders durch ihre völlige Farblosigkeit heraus.

Laubblatt.

Für die Anatomie des Laubblattes ergibt sich aus der vorhandenen Literatur und eigenen Untersuchungen folgendes Bild:

Das Blatt von Solidago virga aurea ist bifacial gebaut.

Die Cuticula ist stark ausgebildet. Sie ist deutlich, auf der Oberseite stärker, gerunzelt. Die Streifung verläuft annähernd parallel den Zellwänden vorwiegend in der Längsrichtung des Blattes. Sie wechselt aber, zumal beim älteren Blatt, ihre Richtung. Um die Spaltöffnung zeigt sich viel-

fach eine ringförmige Streifung. An der Basis der Haare zieht sie sich in der Regel sternförmig zusammen (Abb. 23).

Die Epidermiszellen der Blattober- und -unterseite weisen in ihrer Form keine wesentlichen Unterschiede auf; die Zellen der Oberseite sind nur im allgemeinen etwas größer. Dieser Größenunterschied verwischt sich aber auch manchmal. Im jungen Blatt sind die Zellen in der Aufsicht polygonal und haben nur schwach gewellte, manchmal noch glatte Seitenwände. Diese lassen eine leicht knotige Verdickung und bisweilen eine Mittellamelle erkennen. Über den Blattnerven sind die Zellen immer glattrandig und langgestreckt und heben sich so deutlich von den anderen ab. Mit zunehmendem Wachstum der Blätter buchten sich die Wände der Zellen immer mehr aus, bis sie im ausgewachsenen Zustand stark wellig-buchtig erscheinen. Auch jetzt sind die Zellen über den Nerven meist glattrandig und langgestreckt. Nur über kleinen Nebennerven haben die langgestreckten Zellen leicht wellige Seitenwände (Abb. 21, 22).

Beim ausgewachsenen Blatt sind die Wände der Epidermiszellen knotig, unregelmäßig verdickt. An den Stellen der größten Ausbuchtung der Zellwand treten häufig lokale Verdickungen auf. Im Querschnitt zeigen die Epidermiszellen ein horizontal gestrecktes Lumen; ihre äußere Wand ist stark verdickt und leicht vorgewölbt. Ihre Seiten- und Innenwände sind dagegen sehr viel dünner. Die Epidermis der Oberseite haftet sehr fest am Mesophyll und läßt sich nur schwer abziehen, im Gegensatz zu derjenigen der Unterseite. Eine Verkieselung der Epidermiszellen wurde auch in der Umgebung der Haare nicht festgestellt.

Die Spaltöffnungen befinden sich sowohl auf der Blattober- wie -unterseite; auf letzterer sind sie viel zahlreicher. Sie sind ziemlich regelmäßig über die Oberfläche verstreut, an einzelnen Stellen etwas gehäufter. Die Spaltöffnungen liegen nicht in der Ebene der Epidermiszellen, sondern erhöht, indem die umliegenden Epidermiszellen die Schließzellen sockelartig etwas über die Oberfläche drücken. Der Bau der Spaltöffnungen ist einfach; sie bestehen aus zwei Schließzellen ohne besonders ausgebildete Nebenzellen. Die Zahl der anliegenden Nachbarzellen wechselt zwischen 3 bis 6, am häufigsten werden 4 bis 5 Nachbarzellen festgestellt. Chemisch scheinen die Nachbarzellen allerdings eine etwas andere Struktur zu haben. Bei Färbungen mit Methylenblau nach Vorbehandlung mit H_2O_2 nahmen die Wände der normalen Epidermiszellen und die der Schließzellen eine kräftig blaue Farbe an, während die Nachbarzellen nur schwach gefärbt waren und sofort wieder völlig verblaßten.

Auf dem Blattquerschnitt ist die Palisadenschicht meist zweireihig und nimmt gewöhnlich etwa ein Drittel des Mesophylls ein. Ihre Zellen zeigen in allen Stadien einen wenig palisadenähnlichen Bau. Sie sind beinahe isodiametrisch gebaut, fast so lang wie breit. Diese gedrungene, fast würfelförmige Gestalt behalten sie auch im ausgewachsenen Blatt bei. Sie werden höchstens doppelt so lang wie breit. Sie lassen dann sogar eine Neigung zur rundlicheren Gestalt erkennen. Auch wird ihr Zusammenhalt lockerer, es finden sich Interzellularen. Die Zellen selbst sind dünnwandig. Die zweite Schicht der Palisaden ist häufig als Übergangsgewebe ausgebildet, wie auch die obere Schicht des Schwammparenchyms, besonders in jüngeren

Stadien. Hierdurch wird der Übergang zum Schwammparenchym sehr undeutlich.

Das Schwammparenchym erreicht eine Dicke von drei bis fünf Lagen. Seine Zellen sind zartwandig, von unregelmäßig länglich-rundlicher Form und manchmal leicht eingeknittert. Im jungen Blatt liegen sie verhältnismäßig dicht und lückenlos zusammen, nur von mäßig großen Interzellularen unterbrochen. Mit zunehmendem Wachstum des Blattes wird das Gewebe immer aufgelockerter. Beim ausgewachsenen Blatt sind die einzelnen Zellen nur in Kettenform miteinander verbunden und umgeben so die mächtigen Interzellularräume.

Im ganzen Mesophyll finden wir, besonders in den jüngeren Blättern, Kristallnadeln aus Calciumoxalat, die vielfach zusammengebündelt sind. Sie leuchten im Polarisationsmikroskop auf und erhellen dadurch besonders auffallend das Palisadengewebe.

Wie schon in der Morphologie erwähnt, treten die Primär- und Sekundärnerven auf der Unterseite des Blattes hervor. In ihnen sind die kollateralen Gefäßbündel von einer breiten Parenchymscheide umgeben. Bei stärker ausgebildeten Nerven ist das Hauptgefäßbündel noch von zwei kleinen Gefäßbündeln begleitet. Im Xylem sind die Spiralgefäße teils in Gruppen, teils kettenförmig in einem zartwandigen, nicht verholzten Holzparenchym angeordnet. Bei größeren Gefäßbündeln ist das Kambium zum Teil deutlich sichtbar.

Nur selten wurden in Begleitung der Haupt- und größeren Sekundärnerven schizogene Sekretbehälter festgestellt.

Die Zellen der Parenchymscheide sind weitlumig und nicht besonders dickwandig. Sie werden von kleinen Interzellularen durchzogen. In den subepidermalen Zellagen ober- und unterseits der Gefäßbündel sind die Parenchymzellen dagegen teilweise mehr oder weniger kollenchymatisch verdickt. Diese Zellen nehmen dadurch hypodermalen Charakter an. Die Epidermiszellen unterscheiden sich im Querschnittsbild nicht von den übrigen Epidermiszellen des Blattes.

Abschließend sei noch betont, daß der Bau des Blattes durch äußere Faktoren beeinflußbar ist. Wie Weiß (1925) feststellte, treten auch beim Blatt der Goldrute je nach den Standortsverhältnissen Unterschiede auf im Bau des Mesophylls, in der Behaarung, der Faltung der Cuticula usw.

Die Blätter sind auf beiden Seiten behaart. Es wurden zwei Arten von Haaren festgestellt:

1. Gliederhaare (Abb. 16, 18),
2. Geißelhaare (Abb. 23, 24).

Die Gliederhaare werden bis 400 μ lang. Sie bestehen aus drei bis zehn Zellen. Ihr Bau ist der gleiche wie der bei den Gliederhaaren des Stengels. Sie sind hier nur im allgemeinen etwas kürzer. Die Zellen an der Basis sind fast polygonal und bilden oft zu mehreren (3 bis 4) einen Sockel. Zur Spitze hin werden die Zellen immer länger. Am längsten ist die Endzelle, welche in eine scharfe Spitze ausläuft. Die Haare stehen aufrecht auf der Blattspreite oder sind, besonders am Blattrande, säbelförmig eben über der Basis in Richtung zur Blattspitze abgebogen. Die einzelnen Zellen der Haare neigen zur Kollabierung. Die Seitenwände der Zellen sind im Durchschnitt dicker als die Querwände. Die Cuticula ist stark längsgestreift, an der Endzelle

vielfach auch spiralig geriffelt. Viele Endzellen besitzen eine granulierte Cuticula. Die Haarform ist bei jungen und alten Blättern gleich. Die Haare der frischen Blätter enthalten in der Endzelle nur selten ein dunkelbraunes Sekret, im Gegensatz zu den Gliederhaaren des Stengels. Dagegen weisen die Haare der getrockneten Blätter häufiger in ihren Spitzen ein braunes Sekret auf.

Das Geißelhaar, das bisher nur oberflächlich beschrieben ist, besteht aus der Grundzelle, dem Kopf und der Geißel. Die Grundzelle ist eine gedrungene, dickwandige, an der Basis etwas verbreiterte Zelle. Ihr Grundriß ist oval bis viereckig. Darauf sitzt der einzellige Stiel mit der kugeligen bis eiförmigen Kopfzelle. Die Geißel, die wie mit einer Kappe aufgesetzt erscheint, ist farblos. Die Geißelzelle ist ebenso lang oder länger als die Stielzelle mit der Kugel zusammen. Im jüngeren Stadium ist sie oft nur angedeutet oder kann sogar noch fehlen. Man findet am selben Blatt Haare, bei denen die Stiel- und die Kopfzelle gänzlich mit einem bräunlichgrünen, körnigen Inhalt angefüllt sind, und solche, bei denen dieser Inhalt nur noch Teile der Zelle ausfüllt. Diese Geißelhaare sind auf den Blättern nicht in dem Maße vorhanden wie die Gliederhaare. Sie treten häufiger auf den jungen Blättern auf, sind aber auch noch auf völlig ausgewachsenen zu finden. Besonders zahlreich stehen sie auf der Blattoberseite über den Blattnerven.

Die schon in der Morphologie erwähnten Spitzen an den Zähnen des Blattrandes bestehen aus normalem Blattgewebe. Sie sind immer unbehaart.

Blüte.

Capitulum.

Auf dem Längsschnitt durch den ganzen Blütenkopf (Abb. 26) erkennt man deutlich die dicht mit Kristallen erfüllte, verdickte Blütenstandsachse und darüber den Blütenboden, der nur in der unmittelbaren Umgebung der Nerven Kristalle enthält.

Das Receptaculum hat, da die Insertionsstellen der Blüten tiefer liegen als die sie umgebende Oberhaut, grubenförmige Vertiefungen. Während Nissen (1907) bei den Astereae einen unbehaarten Blütenboden festgestellt hat, wurden auf dem makroskopisch unbehaart erscheinenden Blütenboden auf und in den grubenförmigen Vertiefungen Geißelhaare beobachtet. Und zwar ist die Behaarung auf dem jungen Blütenboden der Knospe ziemlich dicht. Diese Geißelhaare haben, zum Unterschied von den an anderen Organen der Pflanze befindlichen, einen langen, einreihigen und mehrzelligen Stiel (bis zu 6 Zellen) (Abb. 27). Diese Stielzellen sind an ihren Außenwänden stärker verdickt als an den Septierungswänden. Die kugelige Endzelle hat keinen drüsigen Charakter und ist mit der darauf gesetzten Geißel den sonstigen Endzellen dieser Haarart ähnlich. Bei den Haaren des jungen Blütenbodens im Knospenstadium ist die Endzelle vielfach noch nicht kugelig ausgebildet und die Geißel noch ziemlich kurz. Dadurch hat das Haar hier eine Ähnlichkeit mit den bei der Goldrute sonst üblichen Gliederhaaren.

Auf dem Längsschnitt zeigt der Blütenboden ein parenchymatisches, dichtes Gewebe aus kleinen, länglich gestreckten Zellen. An der Grenzzone des Blütenbodens und der verdickten Blütenstandsachse verlaufen diese

Zellen mehr quergestreckt. Kristallsand wurde, wie oben erwähnt, nur in der Umgebung der Leitbündel festgestellt.

Gegen dieses Gewebe hebt sich deutlich das der verdickten Blütenstandsachse ab. Letztere ist dicht behaart. Ihre Behaarung besteht aus den auch auf der übrigen Pflanze vorkommenden Gliederhaaren und den Geißelhaaren, welche hier wiederum nur einen zwei- bis dreizelligen Stiel haben.

Auf dem Längsschnitt durch die verdickte Blütenstandsachse weisen die Epidermiszellen verstärkte Wände nach der Außen- und Innenseite auf. Unter ihnen liegt eine einreihige Hypodermis. Diese besteht aus großen, weitlumigen, rechteckigen Zellen mit dünnen Wänden. Diese Schicht ist meistens frei von Kristallen. Weiter nach innen zu findet sich eine mehrschichtige Zone großlumiger, rundlicher Zellen mit dünnen Wänden, die ein dichtes Gewebe bilden. Diese Zellen führen je einen Kristall, der in der Regel dicht an der Zellwand gelagert ist und aus einer Druse oder drusenähnlich zusammengehäuftem Kristallsand besteht. Daran schließt, das ganze weitere Innere der verdickten Blütenstandsachse erfüllend, ein lockeres Gewebe kleinerer Zellen an. Diese sind von unregelmäßiger Gestalt und ebenfalls dünnwandig. Sie reihen sich kettenförmig um größere Interzellularräume herum aneinander.

Auch diese Zellen enthalten Calciumoxalatkristalle, welche aber, zum Unterschied gegen die eben beschriebenen, nadelförmig sind und meist zusammengebündelt mehr in der Mitte der Zellen liegen.

Dieser ganze aus Blütenboden und verdickter Blütenstandsachse gebildete Blütenkorb wird von kollateralen Gefäßbündeln mit verholzten Spiralgefäßen durchzogen. Im Querschnitt durch die verdickte Blütenstandsachse sieht man die Gefäßbündel kreisförmig, wie auf dem Stengelquerschnitt, angeordnet. In der Grenzzone zwischen dem Receptaculum und der Blütenstandsachse treten die einzelnen Gefäßbündel durch querlaufende Gefäßstränge miteinander in Verbindung und bilden so den schon von Nissen für die Compositen im allgemeinen beschriebenen Anastomosenring. Von diesem zweigen sich dann die in die Blüten mündenden Gefäßbündel ab. Diese treten einzeln am Grunde der grubenförmigen Vertiefungen des Blütenbodens, in denen die Einzelblüten stehen, in den Fruchtknoten ein.

Die schon bei dem Stengel erwähnten Sekretgänge laufen vereinzelt dorsal wie im Stengel vor den Leitbündeln durch die verdickte Blütenstandsachse und endigen z. T. in dem Blütenboden, oder sie ziehen mit dem Leitbündel in die Hüllschuppen des Involucrums.

Stärke konnte im Gegensatz zu Nissen, der im Blütenboden der Compositen eine Stärkescheide feststellte, nicht beobachtet werden.

Involucrum.

Die einzelnen Hüllschuppen des Involucrums sind an der Außenseite behaart. Und zwar treten die Haare hier nur über der dunklen, chlorophyllhaltigen Mittelzone und an der oberen Hälfte des Schuppenrandes auf. Die Behaarung der mittleren Zone besteht meistens aus den schon beim Blatt beschriebenen Gliederhaaren. Es kommen dort aber auch Geißelhaare vor mit zwei- bis dreizelligem Stiel, deren sonst kugelige Endzelle hier mehr länglich oval, im Gegensatz zu der der Blattgeißelhaare, ist.

Die Behaarung des Blattschuppenrandes weist verschiedene Formen auf. Es finden sich Geißelhaare, Gliederhaare, Keulenhaare in den verschiedensten Ausbildungen und Doppelhaare (Abb. 30). Die Keulenhaare haben einen einreihigen, mehrzelligen Stiel mit einer kugelig verdickten Endzelle.

Im Aufsichtsbild ist die Cuticula vorwiegend in der Längsrichtung der Schuppe gestreift. Dies braucht aber nicht immer deutlich ausgeprägt zu sein.

Die Zellen der Epidermis sind über der mittleren Zone der Hüllschuppe meistens glattrandig, selten schwach buchtig, von etwas länglicher, leicht rechteckiger Form. Sie sind ziemlich regelmäßig angeordnet. Ihre Wände sind leicht knotig verdickt. Hier zeigen sich auf der Außenseite der Schuppe zahlreiche Spaltöffnungen unregelmäßig verstreut. Diese sind, wie auch die Spaltöffnungen der Blätter, einfach gebaut und von einer wechselnden Anzahl von Nachbarzellen umgeben. Die Epidermiszellen in ihrer Umgebung haben besonders häufig gebuchtete Formen.

Zu den durchscheinenden Seitenflügeln hin strecken sich die Epidermiszellen. Sie werden besonders in der unteren Schuppenhälfte erheblich schmäler. Ihre Enden spitzen sich zu und sind ineinander geschoben. Die Wände bleiben perlschnurartig verdickt (Abb. 29).

Die Ränder der Hüllschuppe erscheinen besonders in dem unbehaarten unteren Teil durch das verschieden weite Hinauswachsen der einzelnen Epidermiszellen bizarr gezackt.

Auf dem Querschnitt (Abb. 31) wirkt die Cuticula durch ihre Streifung fein gesägt. Die Epidermiszellen haben besonders an der Innenseite der Hüllschuppe verdickte Außenwände. An den Seitenflügeln der Schuppe wachsen die Epidermisschichten der Innen- und Außenseite zusammen und laufen in eine verschieden lange, einzellreihige Schicht aus.

Unter der Epidermis der Innenseite tritt eine einreihige Schicht großer, weitlumiger, rundlich ovaler Zellen mit stark verdickten Wänden auf. Daran schließt sich ein dünnwandiges Parenchym aus großen, leicht zerknitterten Zellen.

In der Mitte der Schuppe liegt, mehr zur Innenseite hin, in dieses Parenchym eingebettet das Gefäßbündel; dieses wird vielfach noch auf der Schuppeninnenseite von einem Halbkreis leicht verdickter Zellen umgeben.

Zwischen diesem Gefäßbündel und der Außenseite der Hüllschuppe finden sich in dem Parenchym schizogene Sekretbehälter, daneben kommen auch Ölzellen verstreut in den Seitenflügeln vor.

Unter der Epidermis der Außenseite sind in den Seitenflügeln der Hüllschuppe zwei mächtige Sklerenchymfasergruppen vorhanden.

Kristallnadeln enthält die Schuppe nur vereinzelt in ihrem basalen Teil.

Zungenblüte.

a) Korolle.

Die Cuticula ist beiderseitig stark gestreift. Auf der Blattoberseite zieht sich die Cuticulastreifung in der unteren Hälfte des Blütenblattes in der Längsrichtung der Zellen hin. In der mittleren Region setzen sich die Cuticulastreifungen regellos fort, um in der oberen Hälfte zur Spitze hin immer verstärkter quer zur Längsachse der Zunge zu verlaufen. Dadurch erscheinen

hier die langen Seitenwände der Epidermiszellen eigenartig feinzackig gesägt und nahtartig (Abb. 34).

Auf der Blattunterseite folgt die Cuticulastreifung der Längsrichtung der Blattachse und damit auch der Epidermiszellen. Die Cuticula ist so stark gewellt, daß die Längswände der Epidermiszellen dadurch nur schwer zu erkennen sind (Abb. 33). In der Aufsicht besteht die Epidermis der Korolle auf beiden Seiten aus langgestreckten Zellen, die nur zur Korollenspitze hin breiter, polygonaler und kleiner werden. Die Zellen sind glattwandig wie langgezogene Waben aneinander gefügt und haben keine sonderlich verstärkten Zellwände.

Das Mesophyll besteht aus einigen Lagen längsgestreckter, dünnwandiger Zellen mit regelmäßig längsgewellten Seitenwänden.

Dünne Spiralgefäße durchziehen in mehreren Strängen (etwa 4 bis 9) fast parallel die Zunge.

Alle Zellen der Blüte sind mit leuchtenden Chromoplasten dicht angefüllt. Diese geben mit Sud.-Glyc. keine Färbung. Beim Erhitzen mit Choralhydrat behalten sie ihre Farbe und Gestalt. In Alkohol zerfließen diese Kugeln.

Der untere, röhrenförmige Teil der Korolle ist dicht mit Kristallen angefüllt. In der Zone, in der sich das Blatt zur Zunge entfaltet, sind sie nur noch vereinzelt vorhanden, während sie in der ganzen übrigen Länge der Zunge völlig fehlen.

Die ausgewachsene Zungenblüte ist im unteren, röhrenartigen Teil an der Außenseite behaart.

Die Behaarung setzt sich aus drei verschiedenen Formen zusammen:

1. Gliederhaare (Abb. 35 A und C),
2. Zwillingszotten (Abb. 36),
3. Zwillingshaare (Abb 35 B).

Die Gliederhaare, welche hier ebenfalls teilweise eine dunkle Füllung der Spitze aufweisen und ganz vereinzelt Chromoplasten enthalten, haben eine stark längsstreifige Cuticula.

Die Zwillingszotten sind zweizellreihig, aus kleinen, dünnwandigen (etwa 12) Zellen zusammengesetzt. An der Zottenspitze endigen beide Zellreihen frei in stumpfe Endzellen, welche nicht ganz in gleicher Höhe liegen. Ihre Cuticula ist ebenfalls längsgestreift. Diese Zotten enthalten zahlreiche Chromoplasten.

Die Zwillingshaare bestehen meist aus nur zwei langen, nebeneinander gelagerten Zellen, die, im obersten Teil nicht mehr verwachsen, zu je einer Spitze auslaufen. Ihre Zellwände sind verdickt. Ihre Mittellamelle ist durch deutliche Tüpfelung perlschnurartig durchbrochen. Diese Haare enthalten keine Chromoplasten.

b) Gynoeceum.

1. Stylus und Stigma.

Der ganze Griffel ist unbehaart. In der Aufsicht sind die Epidermiszellen an seiner Basis polygonal, fast quadratisch, ohne besonders verdickte Wände. Dicht über der Basis nehmen sie eine gestrecktere Form an. Die Zellen der Epidermis sind dann bis zur Spitze hinauf langgestreckt und regelmäßig, mauersteinartig angeordnet. Diese letzteren Zellen erscheinen

an der Oberfläche glatt und dickwandig. Ihre Wände verjüngen sich nach innen zu und sind bei tieferer Einstellung schlangenförmig, leicht ineinander verzahnt.

Das unter der Epidermis befindliche Parenchym besteht aus dünnwandigen Zellen, die regelmäßig und lückenlos aneinander gefügt sind. An der Basis sind diese Zellen ebenfalls polygonal, würfelförmig und wabenartig angeordnet. Mit den Epidermiszellen strecken sich auch die Zellen des Parenchyms. Der ganze Griffel enthält zahlreiche Kristalle, die an der Basis gehäufter auftreten. Von der Basis zur Spitze hin steigt die Zahl der Chromoplasten, so daß der Griffel von der Mitte ab deutlich gelb gefärbt erscheint.

Die Gefäßbündel enthalten Spiralgefäße. Sie durchziehen den Griffel in zwei parallel nebeneinander liegenden Strängen, die sich erst bei den Narbenschenkeln trennen und dann in diesen kurz unter ihrer Spitze endigen (Abb. 37).

Die Narbe ist zweischenkelig und mit vielen Chromoplasten erfüllt. Die Schenkel sind an ihren Rändern mit einem breiten Wulst kleiner, gleichgestalteter Papillen besetzt. Nur auf der Außenseite befinden sich an der Spitze des Schenkels einige (2 bis 5) etwas größere und klobigere Papillen.

Die von Papillen freie Epidermis der Außen- und Innenseite des Narbenschenkels besteht aus langgestreckten Zellen mit meist geraden, nicht besonders verdickten Wänden. Die Außen- und Innenseite eines Schenkels ist an der verschieden stark gestreiften Cuticula zu unterscheiden. Diese Streifung ist auf der Außenseite deutlich ausgeprägt und verläuft meistens quer zu den Längswänden der Zellen. Die Streifung der Innenseite ist nicht so deutlich. Sie zieht sich hier sowohl in der Querrichtung als auch in der Längsrichtung hin. Die Papillen weisen keinerlei Streifung auf.

Auch in der Narbe sind Kristalle vorhanden, wenn auch nicht so zahlreich wie im Griffel.

2. Fruchtknoten.

Der Fruchtknoten ist bei der Zungenblüte und der Röhrenblüte gleich gebaut.

Er besitzt, wie es allgemein bei den Compositen der Fall ist, eine grundständige, anatrope Samenanlage. Eine Haustorienbildung fehlt bei ihm.

Der Fruchtknoten ist behaart. Die Haare finden sich am oberen Teil gehäufter. Die Behaarung (Abb. 39) besteht aus dem Jugendstadium der Zwillingshaare, die später die fertige Frucht bedecken. Diese Haare werden aus zwei nebeneinander liegenden Zellen gebildet, die, im oberen Teil nicht mehr verwachsen, zu je einer Spitze auslaufen. Ihre Membran ist im Gegensatz zu später noch sehr dünn. Die Haare nehmen dadurch die mannigfachst gewundenen Formen an.

Die Epidermiszellen sind — in der Aufsicht — länglich polygonal. Eine Cuticulastreifung ist nicht zu erkennen.

Das parenchymale Gewebe des Fruchtblattes setzt sich nur an der Basis aus quergestreckten Zellen zusammen. Im übrigen sind sie längsgestreckt und dünnwandig. Sie führen z. T. Kristalle, aber nur an der Fruchtknotenbasis und in einer Zone eben unterhalb der Blütenachse, wo der Pappus und die Korolle inseriert sind (Abb. 38).

Die Gefäßbündel enthalten leicht verholzte Spiralgefäße. Das Gefäßbündel tritt in den Fruchtknoten an seiner Basis ein und teilt sich kurz oberhalb dieser Stelle in einzelne Nervenstränge, die auf dem Querschnitt ringförmig angeordnet in gleichem Abstand um den Nucellus im Fruchtblatt nach oben verlaufen (Abb. 38).

Auf dem Längsschnitt des Fruchtknotens hebt sich deutlich das Gewebe des Nucellus heraus. In der unteren Hälfte des Nucellargewebes zieht sich eine längliche Zone kleiner Zellen, deutlich von den anderen unterschieden, entlang. In dieser ganzen embryonalen Zone sind nie Kristalle vorhanden.

Das diese Zone allseitig umgebende Nucellargewebe besteht aus größeren, dünnwandigen, länglich polygonalen Zellen, die Kristalle führen. Diese Calciumoxalatkristalle sind verschieden geformt: kleine Spindeln und scharfe, raphidenähnlich gebündelte Splitter.

Durch diese dichte Kristalleinlagerung hebt sich der Nucellus besonders unter dem Polarisationsmikroskop als ein geschlossener Körper von dem ihn umgebenden anderen Gewebe des Fruchtknotens ab.

Röhrenblüte.

a) Korolle.

Die Epidermis ist auf der Außen- und Innenseite mit einer bis zur Spitze hin stärker werdenden Cuticula überzogen.

Auf der Innenseite ist die Cuticula überwiegend quergefaltet. Aber erst in der Höhe der freistehenden Zipfel ist sie dann so stark quergestreift wie bei der Zungenblüte.

Auf der Außenseite der Blüte verläuft die Streifung undeutlich. In dem unteren, röhrenförmigen Teil ist sie in der Regel nur schwach ausgeprägt, folgt aber vorwiegend der Längsrichtung. Wo sich die Blumenkrone zur Glocke erweitert, beginnt dann schon Querstreifung. Die Streifung zieht hier also in beiden Richtungen hin; erst in den freistehenden Zipfeln ist sie nur noch überwiegend quer.

In den äußersten Spitzen der Korollenblätter, in denen die Epidermiszellen dickwandig und polygonal werden, hört die Cuticulastreifung auf.

Die Zellen der Epidermis der Röhrenblüte sind ähnlich denen der Zungenblüte vorwiegend glattwandig gebaut. Die Epidermis besteht — in der Aufsicht — an der Basis und in dem dünnen, röhrenartigen Teil aus breiten und etwas gestauchten Zellen, besonders ausgeprägt auf der Innenseite in der Zone der glockenartigen Erweiterung. In der weiten Glocke nehmen die Zellen die langgestreckte Form an. An der Spitze der Blütenzipfel werden sie polygonal und dickwandig. Diese letzteren Zellen haben leicht ineinander verzahnte Wände.

Die Epidermis beider Seiten hat vereinzelt Spaltöffnungen. Diese sind einfach gebaut und von einer wechselnden Zahl Nachbarzellen umgeben. Diese Nachbarzellen unterscheiden sich von den übrigen glattwandigen Epidermiszellen durch die wellig-buchtige Form ihrer Wände.

Die zartwandigen Zellen des Mesophylls sind im röhrenförmigen Teil polygonal, fast quadratisch, mit glatten Wänden und nicht buchtig wie die der Zungenblüte. Sie enthalten von der Basis an bis zur glockenartigen Erweite-

rung der Korolle je einen großen Kristall. Die Zahl der Zellschichten des Mesophylls nimmt zur Blütenspitze hin stark ab, so daß die Blütenblätter dort sehr dünn sind.

Die Gefäße sind Spiralgefäße. Sie laufen paarweise nebeneinander an den Verwachsungsstellen der Blumenblätter. Die einzelnen Paare trennen sich mit den Blumenblättern und ziehen dicht am Rande der Zipfel zur Spitze, wo sie zusammen endigen.

Die ganze Korolle ist ebenfalls dicht mit Chromoplasten gefüllt.

Die Röhrenblüte ist an der Außenseite behaart, hauptsächlich in der Zone, in der sich die Röhre zur Glocke ausweitet. Die Behaarung besteht nur aus Zwillingszotten. Mit der Haarzone hören nach oben, wie erwähnt, auch die kristallführenden Zellen auf, so daß also der glockenartige Teil der Korolle weder Haare noch Kristalle hat.

b) Androeceum.

Nur die Röhrenblüte besitzt ein Androeceum.

Die fünf Filamente des Androeceums stehen frei, während die Antheren, wie bei allen Compositen, eine geschlossene Röhre bilden. Die Filamentbasen sind am Blumenkronblatt in der Zone der glockenartigen Erweiterung angewachsen. Ihr Gewebe setzt sich aus dünnwandigen, polygonalen, fast würfelförmigen Zellen zusammen, die lückenlos aneinander schließen. Die Filamente sind am Grunde der Antheren eingefügt.

Die einzelnen Antheren selbst stehen frei und hängen untereinander nur durch ihre Cuticula zusammen. Die äußere Cuticula der Antheren ist zu einem Schlauch verwachsen. Dieser schließt somit die einzelnen Antheren zu einer Röhre zusammen.

Die Theken öffnen sich in das Innere der Röhre, so daß die Pollenkörner von den Papillen an der Außenseite der Narbe bei deren Hindurchwachsen herausgefegt werden können.

Die Pollen (Abb. 41) haben einen Durchmesser von 25 μ. Ihre Gestalt ist rund, kugelig und mit einer stachligen Exine versehen. An den drei Austrittsöffnungen für den Pollenschlauch ist die Exine unterbrochen. Oftmals hängen die Pollen noch zu mehreren zusammen.

c) Gynoeceum.

Stylus und Stigma.

Der ganze Griffel ist hier ebenfalls wie bei der Zungenblüte unbehaart.

An seiner Basis sind die Epidermiszellen gleichfalls fast quadratisch, mit glatten Wänden. Sie strecken sich bald nach oben zu und haben dieselbe Form wie die des Griffels der Zungenblüte. Auch die Wandverdickungen sind die gleichen wie dort. Von der Mitte des Griffels ab verstärken sich die Längswände der Epidermiszellen, während die erwähnte Wellung der Seitenwände mehr und mehr verschwindet. Damit wird durch die so gebildeten durchgehenden Längsleisten eine größere Versteifung des bedeutend längeren Griffels gewährleistet.

Die Zellen des unter der Epidermis liegenden Parenchyms sind gleich

denen der Zungenblüte gebaut und angeordnet. Sie enthalten ebenfalls im selben Verhältnis Kristalle und Chromoplasten.

Ebenso sind der Bau und die Anordnung der Gefäße die gleichen.

Die Narbe ist ebenfalls zweischenkelig, aber zum Unterschied gegen die Zungenblüte mit verschieden gestalteten Papillen besetzt (Abb. 40). Von der Basis der Narbenschenkel an zieht sich ungefähr bis zu deren Mitte nur an den Rändern eine wulstförmige, dichte Zone kleiner Papillen hin. In der Mitte beginnen ohne Übergang sehr lange Papillen, die in dieser Größe zum besseren Ausfegen des Pollens aus der Antherenröhre ausgebildet sind. Diese Papillen bedecken jetzt die ganze Außenfläche. Zur Spitze hin werden sie wieder langsam kleiner; sie bleiben hier aber immer noch länger als die Papillen der Randwülste und stehen auch nicht mehr so dicht wie dort. Die Papillen stülpen sich immer nur an dem Ende der langgestreckten Epidermiszellen aus, das in Richtung zur Narbenspitze weist. Die Papillen haben einen körnigen und blaßgelben Inhalt. Ihre Cuticula ist meistens in der Längsrichtung, seltener quer gestreift.

Die ganze Innenseite der Narbenschenkel ist bis auf eine schmale Zone an den Rändern und an der Spitze von Papillen frei (Abb. 40). Diese innenseitige Epidermis besteht gleichfalls, wie bei der Narbe der Zungenblüte, aus langgestreckten Zellen und weist ebenso wie dort nur eine schwache, unregelmäßige Cuticulastreifung auf. Die papillenfreie Epidermis in der unteren Hälfte der Außenseite hat, im Gegensatz zur Innenseite, eine stark quergestreifte Cuticula. Diese Streifung tritt besonders deutlich über den Wänden der langgestreckten Zellen auf, während die Cuticula über dem Zellumen vielfach glatt ist. Die Epidermiszellen auf beiden Schenkelseiten sind gleich groß.

Die Narbe enthält ebenfalls Kristalle und viele Chromoplasten.

Pappus.

Das Pappushaar ist 3 bis 5 mm lang und vielzellig geschachtelt (Abb. 42). Die einzelnen Zellen ragen in Richtung der Längsachse mit ihrer freien Spitze seitlich von der Achse ab, während sie in ihrem basalen Teil gebündelt bleiben. Das einzelne Haar erhält dadurch ein gezacktes Aussehen. Wo eine dieser Spitzen seitlich abspringt, ist die Cuticula in solcher Achsel besonders verdickt. Die Einzelzellen sind dickwandig und an ihren Verbindungswänden deutlich geport. Zur Spitze hin läuft das Pappushaar in drei ungleich große, langgezogene, spitze Endzellen aus. Die Basis ist nicht besonders differenziert.

Mit Sud.-Glyc. tritt eine Rotfärbung der Haare ein.

Frucht.

Die Frucht ist, wie in der Morphologie dargelegt, behaart. Die Behaarung besteht aus den beim Fruchtknoten beschriebenen Zwillingshaaren (Abb. 44). Ihre Wände sind jetzt verstärkt, und die Wand, mit der beide Zellen verwachsen sind, ist stark geport.

Die Epidermiszellen des Fruchtblattes sind in der Aufsicht längsgestreckt und glattwandig. Sie haben verdickte Wände mit starken Poren.

Auf dem Längsschnitt durch den reifen Samen sieht man den Keimling mit seinen beiden Kotyledonen; er füllt das ganze Innere der Frucht

aus. Seine Wurzel zeigt zur Basis des Fruchtknotens, und die Kotyledonen liegen in Richtung der Pappuskrone.

Auf dem Querschnitt durch die Frucht (Abb. 43) erkennt man in ihren Längsleisten verholzte Prosenchymzellen und Sklerenchymfasern mit vereinzelten Spiralgefäßen.

Die äußerste Schicht der Samenschale zeigt nach außen becherförmig verdickte Zellen, die sich mit Phlorogluzin-Salzsäure rot färben.

Das Endosperm ist auf eine einzellige Schicht reduziert, deren Zellen derbe, hornig-glasige Wände haben.

Im Keimling ist schon die Anlage der Leitbündel angedeutet. In den Kotyledonen ist teilweise eine Differenzierung ihres Gewebes in langgestreckte Palisadenzellen zu erkennen. Der ganze Keimling ist dicht mit fettem Öl angefüllt.

Im Polarisationsmikroskop zeigen die Kotyledonen auf dem Querschnitt einen randständigen „Saum" aus kleinen, spitzen Kristallen, am deutlichsten in den inneren Zellreihen, die aneinander liegen. Nach Gorschboth (1927), der fast alle Compositensamen, darunter auch den von Solidago virga aurea, auf das Vorkommen solcher Kristalle untersucht hat, bestehen diese aus Hesperidinen.

Keimversuch.

Zu den Keimversuchen wurde verschiedenes Saatgut verwendet:

I. Samen eigener Ente 1937, vor Einsetzen des Frostes geerntet und nach fünf Monaten zur Aussaat gebracht.

II. Samen eigener Ernte 1937, nach längerem starken Frost geerntet und nach fünf Monaten zur Aussaat gebracht.

III. Vom Hamburgischen Institut für angewandte Botanik zur Verfügung gestellte Samen, die älter als zwei Jahre waren.

IV. Aus dem Handel bezogener, vom Pappus befreiter Samen, wahrscheinlich über ein Jahr alt.

Die Versuche wurden angesetzt in Keimschalen auf Filtrierpapier. Als Keimschalen wurden Petrischalen von 9 cm Durchmesser und 2 cm Höhe benutzt. Je Versuch wurden 100 Samen verwandt.

Die Schalen wurden

A. dem Tageslicht,
B. der Dunkelheit ausgesetzt.

Beide Versuchsreihen standen

a) bei Wechseltemperatur (8 Std. 30° und 16 Std. 18°),
b) bei konstanter Temperatur (20°).

Bei dem frischen Saatgut I—II setzte die Keimung nach drei bis vier Tagen ein, bei dem älteren III—IV nach sieben bis acht Tagen. Das Keimergebnis zeigt die folgende Tabelle.

Keimergebnis in % nach 20 Tagen

	Licht		Dunkel	
	Wechseltemp.	konst. Temp.	Wechseltemp.	konst. Temp.
Saatgut I	87	86	92	84
„ II	91	79	89	81
„ III	15	6	18	7
„ IV	17	8	21	10

Es trat bei Saatgut III und IV starke Schimmelbildung auf. Die befallenen Samen wurden täglich entfernt und das Filtrierpapier im Laufe des Versuches öfters erneuert.

Es wurde mit Samen eigener Ernte noch ein Freilandversuch gemacht. Der Same

wurde Ende Oktober auf das Beet ausgesät. Die Keimung begann Anfang März und zeigte ein gutes Ergebnis. Die Keimpflanzen waren kräftig entwickelt.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß das Licht keinerlei Einfluß auf die Keimung der Goldrutensamen besitzt. Ebenso ergaben Wechsel- und Zimmertemperatur keine Unterschiede.

Frisches Saatgut keimt ohne Schwierigkeiten voll aus; dagegen scheint die Keimfähigkeit mit zunehmendem Alter sehr bald nachzulassen.

Eine Vermehrung der Goldrute durch Samen stößt demnach auf keine Schwierigkeiten.

Auch die Kultur ist ohne weiteres möglich, wie ein eigener Anbauversuch mit Wildpflanzen ergab. Da jedoch die Pflanze noch in starken Beständen bei uns wild wächst, kommt ein Anbau zur Drogengewinnung nicht in Frage, sondern höchstens ein Anbau als Gartenzierpflanze.

Synonyma, Handelsnamen, Etymologie, volkstümliche und ausländische Bezeichnungen.

Synonyma für Solidago virga aurea L.

Doria virgaurea Scop. Corn.
Solidago alpestris Waldst. u. Kit.
ambigua Ait.
angustifolia G. C. Druce
axillaris Jeanb. u. Timb.
cambrica Huds.
cantoniensis Lour.
capitata Fisch.
carpathica Schrad.-
decurrens Lour.
flexuosa Gilib.
lancastriensis Spreng.
lapponica With.
latifolia Mill.
laxa Tausch.
makrophylla Schloss. u. Vukot.
macrorrhiza Lange
minor Mill.
minuta Thore
montana Poir.
monticola Jordan.
nepalensis D. Don.
nudiflora Viv.
occitanea Jeanb. u. Timb.
pubescens Wall.
pumila Pers.
Pygmea Bertol.
recticulata Lapeyr.
Saulii Bor.
serratifolia Bor.
valesiaca Bor.
virga Dulac.
virgata St. Lag.
virgaurea Linn.
vulgaris Mill.
Yokusaiana Makino
Virga aurea germanica et officinarum Buxb.
Virga aurea latifolia serrata C. Bauh.
Virga aurea vulgaris latifolia I. Bauh.

Ältere und heutige lateinische Handelsbezeichnungen der Droge:

Herba solidaginis virgae aureae; Herb. Virgae aureae; Herb. Virgaureae; Herb. solidaginis virgaureae; Summitates virgae aureae; Herb. consolidae sarraceniae; Herb. consolidae saracenicae; Herb. consolidae sarracenicae; Herb. consolidae aureae; Herb. doria; Herb. fortis; Herb. solidaginis; Herb. solidaginis saraceniae; Herb. sortis.

Etymologie.

Eine erste Deutung des lateinischen Namens Virga aurea gibt Schroeder 1718 in seinem „Arzneischatz":

„Virga aurea wird es genannt, weil dieses Krauts Ästlein, wenn sie voller Blumen, eine goldfarbene Ruthen vorstellen."

Der Name Solidago kommt nach Schlechtendahl von consolidando vulnere = Heilung der Wunde. Während sich von diesem Wort aber wohl eher die alte Bezeichnung Consolida ableitet, erklärt Hegi Solidago aus dem lat. solidare = befestigen oder solidum agere = festmachen, gesundmachen, heilen.

Das Wort Sarracenica ist wohl gleichbedeutend mit heidnisch, da Saracene und Heide in früherer Zeit als identisch nebeneinander gebraucht wurden.

Deutsche Namen.

Solidago virga aurea heißt heute volkstümlich und botanisch Goldrute.

Aus ihrer Anwendung bei Wunden leiten sich folgende Namen ab:

Heidnisches Wundkraut.

Heydnisch Wundkrout, Wundkrût (Braunschweig); Heilwundkrut, Heilwundkraut (Umgebung von Göttingen); Wundkraut (Schwäbische Alb und Kärnten); Heidenwundkraut, Heidnisch Wundchrut (Schweiz); Hainschwungkraut, Nachtheilkraut, Grundheil, Unsegenkraut (weil gegen Unsegen d. i. Entzündung gebraucht) (Bayern, Österreich, Böhmerwald); Heidnisch Schwummchrut (Mundartlich Graubünden); Goldwundkraut, Gülden Wundkraut (Thüringen); Edelwundkraut, großes Wundkraut, Machtheil, Machtheilkraut, Machtheilkreuzkraut, Berufkraut (weil zum Berufen d. i. wundfest machen gebraucht).

Aus ihrer stattlichen, rutenförmigen Gestalt und den gelben Blüten lassen sich folgende Namen erklären:

Goldrute, Goldruthe, Goldrutt, Goldrutenkraut, Guldincrutt, Goldruaten, Petrusstab (Riesengebirge); Petersstab, St. Petri Stab, Himmelbrand (Niederösterreich); Goldraue (Niederdeutsch); Heidengoldrute, Schloßchrut, Goldenmundkraut, Heidnisch Mundkraut, Stockschwungkraut.

Andere Namen sind ihr noch im Volksmunde beigelegt:

Ochsebrot, Pferdskraut (Fränkisch, Nahegebiet), Schoßchrut (Aargau); Waldchrut (Schweiz); Wisselnkraut (Göttingen); Mägdehülle, Braunstengel, Dürwurz, Steingünsel.

Ausländische Bezeichnungen.

Arabisch:	Qadîb dhahab.
Böhmisch:	Swalnjk prostrednj, Wysokytraus.
Dänisch:	Gyldenvundrut, Aedelvundrut, Guldriis, Guldenriis, Saarurt, Sougraes, Akeloje, Heidnisch Wundkrut, Muur-Rude, St. Petersurt.
Englisch:	Aaron's rod, Common golden-rod, Golden rod, Golden wings. Droge: Wound wort, Golden rod wort, Saracens woundwort (alt).
Französisch:	Solidage verge d'or, Verge d'or, Verg d'or, Grande verge dorée, grand verge dorée.

Droge: Herbe de la verge, Herbe de la dorée, Herbe des juifs, Herbe de la verge d'ore, Herbe de la grande verge dorée, Herbe de grande consoude, Herbe de verge d'or.

Holländisch: Gulderoedekruid, Heidensche Woundkruid, Gulden Roede.

Italienisch: Verga aurea, Verga d'oro.
Droge: Erba pagana, Erba guidaica.

Japanisch: Aki-no-kirinsō, Awadachiso.

Litauisch: Rykštene.

Norwegisch: Gyllenris, Spanskurt.

Polnisch: Nawloc, Zlota rózga.

Portugiesisch: Virga aurea.

Russisch: Zolotarnik.

Schwedisch: Guldris.

Spanisch: Vara de oro, Vaso de oro, Virga aurea.

Tschechisch: Zlatobýl obecný.

Ungarisch: Aranyvesszö.

CHEMISCHER TEIL.

Literaturübersicht.

Über die chemischen Inhaltsstoffe der Goldrute ist sowohl in der älteren wie neueren Literatur fast nichts bekannt. Einige Autoren (wie Zörnig, 1911; Thoms, 1931) geben als Bestandteile Gerbstoff, Bitterstoff und etwas ätherisches Öl an, dessen Zusammensetzung noch nicht erforscht ist. Wehmer (1931) erwähnt in der Wurzel Inulin, Kroeber hat 1925 erstmalig in der Goldrute Saponin festgestellt. Seitdem ist in einigen allgemeinen Arbeiten, die sich mit dem Vorkommen und der Verteilung von Saponinen in den verschiedensten Kräuterdrogen befassen, so von Kroeber (1930), Richter (1933) und Roberg (1937) über das Saponin der Goldrute etwas gearbeitet worden. Versuche einer Isolierung des Solidagosaponins liegen noch nicht vor. Nach Orechoff (1934) gibt der saure Kräuterauszug mit Kieselwolframsäure eine Alkaloidreaktion. Nach Iwanow (1931) enthält der Same 14,4% fettes Öl, von dem als Konstanten angegeben werden V. Z. 189/191; I. Z. 110—119. Der Aschegehalt der Droge beträgt nach Riedel (Kroeber, 1934) 5,8 bis 6,9%, nach Wasicky nicht über 8%.

Ausgangsmaterial.

Zu den chemischen Untersuchungen wurden z. T. Handelsdrogen herangezogen; zum weitaus größten Teil aber stammt das Material aus eigenen Ernten von Wildbeständen in der Gegend von Besenhorst (bei Geesthacht/Lauenburg).

Da die Goldrute während ihrer ganzen Vegetationsperiode, wie schon im botanischen Teil erwähnt, fast in allen Wachstumsstadien anzutreffen ist, war für die Reihenuntersuchung eine einfache Einteilung der geernteten Pflanzen nach den Erntemonaten nicht ohne weiteres anwendbar. Die einzelnen Pflanzen wurden deshalb bei der Ernte nach dem Stadium ihrer Entwicklung zu folgenden Gruppen zusammengefaßt:

Gruppe A: Junge Pflanze bis höchstens 25 cm hoch (vorwiegend Monat Juni bis Anfang Juli).
(Juni bis Juli).
„ B: Pflanze größer als 25 cm, aber auch noch ohne Blütenknospen
„ C: Pflanze mit Blütenknospen (vorwiegend Juli und August).
„ D: Blühende Pflanze (Mitte August und September).
„ E: Verblühte Pflanze (September und Oktober).
„ F: Pflanze mit Samen (vorwiegend Oktober und Anfang November).

Alle Analysen wurden mindestens in doppelter Ausführung gemacht. Die quantitativen Werte beziehen sich, wenn nichts anderes vermerkt, auf lufttrockenes Material (Droge).

Wassergehaltsbestimmung.

Es wurde der Wassergehalt der einzelnen Organe der Goldrute in diesen sechs Entwicklungsgruppen während einer Vegetationsperiode festgestellt. Es wurde bestimmt:

1. der Wassergehalt der frischen Pflanze,
2. der Wassergehalt der Droge.

Bestimmung des Wassergehaltes:

Etwa 2,5 g des frischen Pflanzenteiles werden möglichst gleich nach der Ernte zerschnitten und in einem Wägegläschen genau gewogen. Dieses Glas wird an einem trockenen Ort bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach drei Wochen, wenn die Droge keine Gewichtsabnahme mehr zeigt (Wägung A), wird sie im Thermostaten bei 105° bis zur Gewichtskonstanz weiter getrocknet (Wägung B).

Die Gewichtsabnahme von der frischen Pflanze bis zur bei 105° getrockneten Pflanze gibt den Wassergehalt der frischen Pflanze an: B_1.

Aus Wägung A ist der Wasserverlust der frischen Pflanze bis zur Drogenform zu errechnen: A_1.

Die Differenz aus B_1 und A_1 ergibt den Wassergehalt der Droge: D.

$$B_1 - A_1 = D.$$

Wenn der Wassergehalt einzelner Pflanzenteile im Laufe der Vegetationsperiode nur unwesentliche Schwankungen aufwies, wurden die einzelnen Werte z. T. zu Durchschnittswerten zusammengezogen. Es wurde weiter bei den unterirdischen Organen einmal der Wassergehalt des Rhizoms und der der Seitenwurzeln getrennt gemessen. Beim Stengel wurden während seiner Hauptvegetationszeit die Wasserwerte für den dünnen Stengel in der Blütenregion und die Werte für den Stengel in der unteren blütenlosen Hälfte ebenfalls getrennt aufgeführt. So ergab sich folgende Tabelle:

Tabelle 1.

Wassergehalt der frischen Pflanze und der Droge in %.

Gruppe	Unterird. Organe		Stengel				Blatt		Knospe		Blüte	
	Fr.Pfl.	Droge	Fr. Pfl.		Droge		Fr.Pfl.	Droge	Fr.Pfl.	Droge	Fr.Pfl.	Droge
A	63,49	3,03	73,56		2,43							
	Rhizom		ob. Region	unt.	ob. Region	unt.						
B	49,70	7,80					78,11	2,28				
	Wurzel		74,94		3,68							
	72,69	3,98		58,52		5,78						
C	59,87	5,42	63,57		3,71				76,64	2,02		
D	56,34	5,96	60,86		5,13		75,14	5,32			81,03	1,64
E	59,93	6,11	59,71		5,89						71,99	2,44
F	52,04	7,03	51,04		6,24		71,0	5,78				

Die in allen Tabellen angegebenen Werte beziehen sich naturgemäß nur auf das zu den angegebenen Zeiten geernte Pflanzenmaterial.

Der Wassergehalt der unterirdischen Organe weist vom Frühjahr bis zum Herbst kleinere Schwankungen auf. Er liegt im Frühjahr etwas über dem Durchschnitt. Die Wurzel enthält dabei mehr Feuchtigkeit als das Rhizom. Zur Zeit der Samenreife sinkt der Wassergehalt ab.

Der Wassergehalt der Stengel liegt in der jungen Pflanze (A) um 70%. Im Verlauf der Wachstumsweriode machen sich dann Unterschiede bemerkbar zwischen dem Wassergehalt der oberen Stengelregion und dem unteren, schon festeren Teil des Stengels. Letzterer behält einen ziemlich konstanten Gehalt, dem sich der obere Teil zum Herbst hin immer mehr annähert.

Der hohe Wassergehalt der Blätter aller Regionen bleibt während der ganzen Vegetationsperiode fast konstant. Er fällt nur etwas zum Oktober.

Den höchsten Gehalt besitzt die Blüte.

Der Wassergehalt der Droge ist bei den jungen, noch im Wachstum begriffenen Organen gering.

Der Wassergehalt einiger Handelsdrogen verschiedener Herkunft ergab folgende Werte:

1. 8,03%,
2. 8,76%.

Aschenanalyse.

Qualitative Aschenanalyse.

Durch eine qualitative Analyse der veraschten Droge wurden für Solidago virga aurea an anorganischen Bestandteilen folgende Kationen und Anionen festgestellt:

Kationen:	Reaktionen:
Fe	Berlinerblau
Mn	Salpetersodaschmelze
Al	Thenards Blau
Mg	Ammonium-magnesium-phosphat
Ca	Calciumoxalat
K	Kalium-kobalti-nitrit (Flammenfärbung)
Na	Natr.-Magnes.-Uranylazetat
Anionen:	
Cl	Silberchlorid
SO_4	Bariumsulfat
PO_4	Ammonium-phosphor-molybdat
SiO_2	Kieselskelett in Phosphorsalzperle, Silicium-tetrafluorid.

Die Farbe der Asche ist bläulich-braun-grau. Ihre wäßrige Lösung hat durch den Mangangehalt eine schwach rote bis violette Farbe.

Als einzige Aschenanalyse von Solidago virga aurea liegt bislang eine Analyse in der Spagyrischen Arzneimittellehre (Müller, 1934) vor. Diese gibt aber nur folgende Bestandteile an: SiO_2, Cl, SO_4, PO_4, S, K, Mg, Ca, Fe.

Quantitative Aschegehaltsbestimmung.

Zur quantitativen Bestimmung des Mineralstoffgehalts wurde lufttrockene Droge verwandt, auf die sich auch die Werte beziehen:

Tabelle 2.

Mineralgehalt der einzelnen Pflanzenteile während einer Vegetationsperiode in %.

Unterird. Organe	Stengel	Blatt	Blüte	Herba
3,50		7,86		4,86
bis	5,31	bis	5,88	bis
5,28		9,46		6,74

Der quantitave Aschegehalt variiert bei den einzelnen Organen untereinander ziemlich stark. Er ist am höchsten beim Blatt, wo er von 7,9 bis 9,5 schwankt. Der Stengel hat einen ziemlich gleichen bleibenden Aschegehalt von 5,3%. Je nach der Zusammensetzung des Krautes aus Stengel und Blättern wechselt der Aschegehalt zwischen 5,0 bis 6,8%. Den niedrigsten Aschegehalt weisen die unterirdischen Organe im knospenlosen Stadium mit 3,5% auf.

Der in heißer verdünnter Salzsäure (10%) unlösliche Anteil (Sand, SiO_2) der Asche betrug für das Herba der Handelsware zwischen 5,09 und 8,82% der Gesamtasche.

Ätherisches Öl.

Bestimmung des ätherischen Öles.

Nach Berichten von Schimmel & Co. (1915) sind von der Gattung Solidago nur die Öle von S. canadensis, S. nemoralis, S. odora, S. rugosa beschrieben worden. Die Untersuchungen bezogen sich auf das frische Kraut. Die Ausbeuten schwankten zwischen 0,3 bis 1,53% bei den einzelnen Arten.

Die unterirdischen Organe von Solidagoarten wurden bisher überhaupt noch nicht auf ätherisches Öl untersucht.

Solidago virga aurea soll nach der Literatur (Zörnig, 1911; Thoms, 1931) nur Spuren eines ätherischen Öles enthalten.

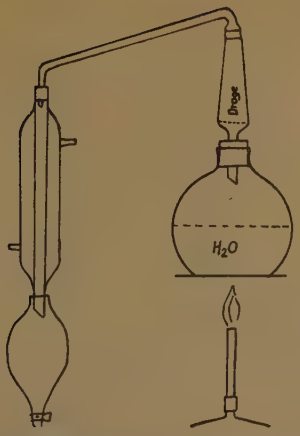
In einigen Untersuchungen mit lufttrockenem Material wurde aber festgestellt, daß die Pflanze in allen Organen, z. T. sogar in beträchtlichen Mengen, ätherisches Öl enthält. Die Hauptmenge ätherischen Öles (etwa 1,2%) wurde in den unterirdischen Organen nachgewiesen.

Die Bestimmung des ätherischen Öles wurde zuerst nach dem D. A. B. VI und mit dem dort vorgeschriebenen Apparat versucht. Diese Darstellungsweise bereitete aber große Schwierigkeiten und war teilweise, z. B. bei den unterirdischen Organen, überhaupt unmöglich. Der hohe Saponingehalt der Goldrute verursacht nämlich ein so starkes Schäumen in der Kochflasche, daß eine Destillation, ohne daß eine beträchtliche Menge Schaum und Drogenbestandteile in die Vorlage kamen, nicht möglich war. Hierdurch aber wiederum war beim Ausschütteln keine klare Pentanschicht zu erhalten.

Es wurde deshalb ein Apparat konstruiert, bei dem die Droge in einem Aufsatz über der Kochflasche angebracht werden konnte und so nur von heißem Wasserdampf durchströmt wurde.

Durch das Zurückfließen vom Kondenswasser aus der Droge, das die nicht flüchtigen Inhaltsstoffe enthält, wurde bei den Destillationen das Wasser in der Kochflasche aber auch hier teilweise so saponinhaltig und schäumte derart, daß es ausgewechselt werden mußte. Bei Erneuern des Wassers wurde ebenfalls die in dem Glasaufsatz befindliche Droge einmal mit kaltem Wasser zur Befreiung von Saponin durchgewaschen. Die Destillation konnte danach ohne Schwierigkeiten zu Ende geführt werden.

Es wurden 300 ccm Wasser überdestilliert. Diese wurden mit 30 g NaCl versetzt und dreimal mit je 70 ccm Pentan ausgeschüttelt. Die gesammelten Pentanausschüttelungen wurden zur Befreiung von Wasser mit einigen Calciumchlorid-Kristallen versetzt. Nach einer Stunde wurde von dem Calciumchlorid abgegossen. Die feuchten Kristalle wurden



einmal mit 10 ccm Pentan nachgewaschen. Dies Pentan wurde mit den ersten Pentanausschüttelungen vereinigt und auf dem Wasserbad abdestilliert. Das ätherische Öl wurde in einem Rundkolben zur Wägung gebracht.

Das ätherische Öl war ein gelbes, zähflüssiges Öl. Der Brechungsindex wurde mit dem Abbéschen Refraktometer gemessen: $n_D^{25} = 1{,}5880$.

Der Geruch war unangenehm scharf, durchdringend. Es besaß einen scharfen, kühlen Nachgeschmack. An der Luft verharzte das Öl bald zu einer braunrot-gelben, körnigharzigen Masse. Geruch und Geschmack waren dann nur noch sehr undeutlich ausgeprägt. In Pentan war das verharzte Öl nicht mehr klar löslich.

Tabelle 3.

Gehalt an ätherischem Öl in den einzelnen Organen von Solidago virga aurea in %.

	Unterird. Organe	Stengel	Blatt	Blüte	Samen
Durchschnittswerte während der Vegetationszeit	1,20	0,29	0,72	0,5	Spuren

Den höchsten Gehalt an ätherischem Öl weisen die unterirdischen Organe auf, während der Stengel den geringsten hat. Der Gehalt war bei allen Organen während der ganzen Vegetationszeit ziemlich konstant. Nach dem Verblühen sank der Gehalt an ätherischem Öl ab. Am wenigsten verlieren die unterirdischen Organe, wo er zur Zeit der Samenreife noch 1% beträgt.

Beim Lagern verliert die Droge stark an ätherischem Öl.

Das frisch geerntete und getrocknete Kraut hatte etwa vier Wochen nach der Ernte einen Gehalt von 0,44%. Eine Handelsdroge (Ernte 1936) wies nach anderthalbjähriger Lagerung nur noch einen solchen von 0,12% auf.

Gerbstoff.

Untersuchungen über den Gerbstoff, qualitativ wie quantitativ, liegen bei der Goldrute bisher nicht vor. Geiger (1845) erwähnt lediglich, daß das Infus durch Zusatz von Eisenchloridlösung in eine grüne Farbe umschlägt. Peyer (1934) gibt für den Gerbstoff ebenfalls nur an, daß er „eisengrünend“ ist.

In eigenen Untersuchungen wurde der Gerbstoff nach der Methode von Stiasny (Dafert und Fleischer 1935) näher identifiziert. Hierbei erwies sich der Gerbstoff von Solidago virga aurea als ein Katechingerbstoff.

50 ccm eines 0,5%igen Infuses werden mit 5 ccm HCl konz. und 10 ccm Formaldehyd (40%) eine halbe Stunde lang am Rückflußkühler gekocht. Es fällt in der Hitze ein feiner, brauner Niederschlag, der abfiltriert wird und in Natronlauge unlöslich ist. In dem klaren, heißen Filtrat bildet sich nach dem Erkalten kein weiterer Niederschlag. Der in der Hitze gefallene, in NaOH unlösliche Niederschlag weist auf Katechingerbstoffe hin, während ein in der Kälte gefallener Niederschlag Gallusgerbstoffe angezeigt hätte.

Weitere zur Charakterisierung von einzelnen Pflanzengerbstoffen von Dafert und Fleischer angegebene Reagenzien ergaben mit dem Gerbstoff von Solidago virga aurea folgende Reaktionen (die Untersuchungen wurden mit einem 0,5%igen Infus ausgeführt):

Eisenchlorid:	dunkel-grüne Färbung
Bleiazetat:	hellbrauner Niederschlag, löslich in Essigsäure
Kupferazetat:	brauner Niederschlag, löslich in Ammoniak
Kaliumbichromat:	keine Reaktionen
Schwefelsäure konz.:	rotbraune Färbung
HCl konz.:	keine Fällung
NaOH:	keine Reaktion
Kalkwasser:	hellbrauner Niederschlag

Die Arbeiten erstreckten sich weiterhin auf die Untersuchung der mengenmäßigen Verteilung der Gerbstoffe in den einzelnen Teilen der Pflanze für die sechs erwähnten Vegetationsgruppen.

Um bei dieser Versuchsreihe möglichst umweltbedingte Schwankungen zu vermeiden, wurde das Material hierfür einheitlich einem Wildbestand bei Mölln entnommen.

Zur Untersuchung wurde Droge verwandt, die grob gemahlen war; zum Teil wurde auch frisches Pflanzenmaterial untersucht, das möglichst klein zerschnitten und zerquetscht war.

Die Untersuchungen wurden nach der von Greve (1938) beschriebenen Methode ausgeführt.

2,5 g Droge bzw. Frischmaterial werden im Soxhletschen Extraktionsapparat mit 96%igem Alkohol vier Stunden ausgezogen. Das Extrakt wird auf 25 g eingeengt und kalt filtriert. 10 g dieses Filtrats = 1 g Droge werden in einem birnenförmigen Scheidetrichter mit 60 ccm Äther versetzt und einmal mit 30 ccm, darauf zweimal mit je 15 ccm Wasser ausgeschüttelt. Die vereinigten wäßrigen Ausschüttelungen werden auf etwa 15 ccm auf dem Wasserbad eingedunstet. Nach dem Erkalten werden diese 15 ccm zur Fällung der vorhandenen Farbstoffe mit 0,5 ccm verdünnter Salzsäure versetzt. Darauf wird in einen gewogenen Porzellantiegel filtriert, zur Trockene eingedampft und bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Aus den so erhaltenen Werten ergeben sich folgende Tabellen:

Tabelle 4.

Verteilung des Gerbstoffes in den einzelnen Pflanzenteilen während der einzelnen Wachstumsgruppen in %.

Gruppe	Unterird. Organe	Stengel	Blatt	Blüte	Samen	Herba
A	10,09	9,63	13,80			10,01
B	9,94	7,83	10,55			10,23
C	8,22	6,76	13,0			11,80
D	9,95	6,54	10,31	15,97		10,80
E	9,43	6,11	12,38			—
F	8,98	3,65	15,34		6,36	—

Tabelle 5.

Verlust an Gerbstoff durch die Trocknung bei der frischen Pflanze bis zur Drogenform.

Pflanzenteil	Frische Pflanzenteile. Wasserverlust bis zur Drogenform in %	Gerbstoffgehalt in %	Droge. aus 1 und 2 auf lufttrockene Droge berechn. Gerbstoffgehalt in %	gefundener Gerbstoffgehalt in %
Herba[1]	60,21	5,20	13,07	10,86
Blatt[2]	75,69	3,65	15,01	10,55
Stengel[2]	53,74	3,04	6,47	7,85
Unterird. Organe[2]	55,31	3,86	7,03	9,94

[1] Material der Gruppe D
[2] Material der Gruppe B

Aus der Tabelle 4 (lufttrockenes Material) geht hervor, daß die einzelnen Pflanzenteile jeweils einen verschiedenen Gehalt an Gerbstoff besitzen, und daß dieser in den einzelnen Pflanzenteilen im Laufe der Vegetationsperiode mehr oder weniger starken Schwankungen unterworfen ist. Der Gerbstoffgehalt schwankt in den unterirdischen Organen während der ganzen Vegetationsperiode nur wenig um einen Wert von etwa 10%. Der Gerbstoffgehalt des Stengels ist am höchsten in der Wachstumsgruppe A, bei der Bildung der Pflanze. Er fällt dann während des ganzen Sommers zum Herbst hin ab, bis er bei der samentragenden Pflanze (F) auf ⅓ gesunken ist. Mit Beginn der Knospenbildung (Gruppe B) bis zum Abschluß der Blütezeit (Gruppe E) sinkt der Gehalt an Gerbstoff dabei nur wenig. Der hohe Gerbstoffgehalt des Blattes weist im Laufe der Vegetationszeit starke Schwankungen auf. Den höchsten Gerbstoffgehalt hat die Blüte mit 16%. Der Gehalt des Samens beträgt nur etwas über ⅓ von dem der Blüte. Der Gerbstoffgehalt für das Herba weist in allen Vegetationsgruppen einen nur leicht schwankenden Gehalt von 10% auf. Selbst der hohe Gerbstoffgehalt der Blüten übt keinen wesentlichen Einfluß auf den Gesamtgehalt des Herba aus, da diese erstens mengenmäßig gegenüber den Blättern und Stengeln nur wenig ausschlaggebend sind und zweitens ihr hoher Gehalt mit ausgeglichen wird durch den abgesunkenen Gehalt des Stengels.

Weiter wurde der beim Trocknen der frischen Pflanze bis zur Drogenform auftretende Gerbstoffverlust untersucht.

Hierzu wurde der Gerbstoffgehalt des frischen Krautes und außerdem der Wasserverlust dieser Pflanzenteile beim Trocknen bis zur Drogenform festgestellt. Hieraus wurde die Gerbstoffmenge für die Droge errechnet. Dasselbe Kraut wurde daneben lufttrocken auf seinen Gerbstoffgehalt untersucht. Dabei ergab sich Tabelle 5.

Es stellte sich heraus, daß der Gerbstoffgehalt der wasserreichen Blätter und der Blütenstände durch die Trocknung an der Luft geringer wurde, während bei den wasserärmeren Stengeln und den unterirdischen Organen der Gerbstoffgehalt scheinbar durch den Trocknungsprozeß nicht gelitten hatte, sondern sogar einen höheren Wert aufwies. Dieser etwas höhere Gehalt der getrockneten Droge gegenüber dem aus dem frischen Kraut errechneten erklärt sich wohl dadurch, daß die getrocknete Droge gepulvert untersucht wurde, während das frische Kraut, wie schon erwähnt, nur fein zerschnitten ausgezogen wurde. Hierdurch dürfte auch der errechnete Gehalt der Blätter-

und Blütendroge ebenfalls etwas höher liegen und sich also der Verlust beim Trocknen als noch größer erweisen.

Das Ergebnis dieser Versuchsreihe stimmt überein mit den bei Greve (1938) angegebenen Versuchen über Ledum pal., bei denen ebenfalls eine Abhängigkeit zwischen dem durch den Trocknungsprozeß bedingten Gerbstoffverlust und dem Wassergehalt des betreffenden Pflanzenteiles festgestellt wurde. Er fand ebenfalls einen stärkeren Verlust an Gerbstoff durch das Trocknen bei den noch in Bildung begriffenen, also wasserreicheren Organen. Nach ihm bleibt der Gerbstoff in den älteren Organen mit geringerem Wassergehalt durch „Verlederungsprozesse" usw. nicht mehr so „labil"; durch die künstliche Austrocknung dieses Gewebes erfährt der Gerbstoff also keine so großen Umsetzungen mehr, durch die er dann bei obigen Versuchsbedingungen nicht mehr zu erfassen ist, wie der Gerbstoff der jüngeren, wasserreicheren Gewebe.

Bei einem Lagerungsversuch mit einer Droge Ernte 1936 stellte sich heraus, daß eine Abnahme des Gerbstoffgehaltes nach anderthalbjähriger Lagerung nicht eingetreten war.

Prüfung auf Alkaloide.

Wie schon gesagt, gibt Orechoff (1934) zuerst für das Kraut von Solidago virga aurea eine positive Alkaloidreaktion an. Nach ihm gibt ein saurer Auszug der Goldrute mit Kieselwolframsäure eine Reaktion. Er erwähnt noch weiter, daß sich die Pflanzenbase nicht aus dem Auszug isolieren ließ.

In eigenen Untersuchungen wurden das Kraut und die Samen auf das Vorhandensein von alkaloidähnlichen Basen geprüft.

Zunächst wurde die Droge mit Natronlauge versetzt und mit Äther-Chloroformgemisch unter häufigem Umschütteln drei Tage stehen gelassen. Das Äther-Chloroformgemisch wurde abfiltriert, eingedunstet, mit 3%iger HCl aufgenommen und die klare salzsaure Lösung auf Alkaloide geprüft. Sie ergab keinerlei Reaktionen.

Es wurde dann noch weiter folgendes Verfahren eingeschlagen, das ein positives Resultat ergab:

50 g Droge wurden mit 300 ccm mit Salzsäure angesäuertem 96%igem Alkohol (1—2% HCl) vier Tage ausgezogen. Der Alkohol wurde von der Droge abfiltriert und das klare Filtrat auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft, dann mit 3%iger HCl in der Kälte aufgenommen. Es blieben dabei schwarze Massen ungelöst zurück. Von diesen wurde abfiltriert. Die salzsaure Lösung war klar und hellbraun gefärbt. Sie wurde mit Kohle entfärbt. Die so hergestellte wasserklare Lösung gab mit folgenden Alkaloidreagenzien Fällungen:

Phosphorwolframsäure:	mäßiger Niederschlag
Natriumwolframatlösung:	mäßiger Niederschlag
Mandelins Reagenz:	Niederschlag
Mayers Reagenz:	Trübung

Die entfärbte Lösung wurde zum Versuch der Isolierung des Alkaloids mit Ammoniak im Überschuß versetzt. Es fiel ein reichlicher, voluminöser Niederschlag von Metallhydroxyden. Während der Fällung wurde Äther zugesetzt und ausgeschüttelt. Nach dem Abgießen und Eindampfen der klaren

Ätherlösung blieb ein geringer, gelber, schmieriger Rückstand, der sich in 2%iger HCl klar löste. Die Lösung gab mit:

Phosphorwolframsäure:	eine Fällung
Natriumwolframatlösung:	eine Fällung
Mandelins Reagenz:	eine Trübung
Mayers Reagenz:	eine Trübung

Obwohl eine Kristallisation nicht gelang, dürfte durch die erwähnten Reaktionen das Vorhandensein einer alkaloidähnlichen Pflanzenbase erwiesen sein.

Die Auszüge aus dem Kraut und den Samen gaben die gleichen Reaktionen.

Saponin.

Wie schon erwähnt, wurde zuerst von Kroeber 1925 ein Saponin in der Goldrute festgestellt. Dieses gleichzeitige Auftreten von Saponin und größeren Mengen ätherischen Öles ist insofern bemerkenswert, als nach Sieburg (Abderhalden 1923) beide nur selten in einer Pflanze zusammen vorkommen. Nach Kroeber (1934) ist die Wurzel in jedem Entwicklungsstadium saponinfrei. Der Saponingehalt steigt nach ihm vom Stengel über Samen und Blüte zu den Blättern. Nach Roberg (1937) dagegen enthält die Wurzel die Hauptmenge an Saponin. Es folgen dann nach ihm absteigend im Gehalt: Blüte, Blatt, Stengel. Nach Richter (1933) schwankt der hämolytische Index der einzelnen Pflanzenteile stark während der einzelnen Tageszeiten. Ebenso ist nach ihm das Lichtklima des Standortes von Bedeutung. Während nach ihm der hämolytische Index (abgekürzt: HI) der Blätter an sonnigen Standorten vom Morgen zum Mittag um 12% (HI: 143 zu 160) steigt, beträgt die Zunahme bei Schattenpflanzen 130% (HI: 125 zu 288). Mittags geerntete Wurzeln von Exemplaren sonniger Standorte (HI 497) zeigen nach ihm gegenüber frühmorgens geernteten (HI 800) eine Abnahme von 38%. Der Index der Blüte steigt von morgens (HI 400) gegen Mittag (HI 640) um 60%; der Index der Stengel fällt an sonnigem Standort um 13 % von morgens (HI 15) zu mittags (HI 13) und an schattigen Standorten um 45 % (von HI 31 zu HI 17). Nach Richter steigt also der HI morgens vom Stengel über Blatt und Blüte zur Wurzel; mittags vom Stengel über Blatt und Wurzel zur Blüte.

In eigenen Versuchen wurden alle Pflanzenteile auf ihren Saponingehalt untersucht. Um Fehlerquellen, die durch Anwesenheit anderer, vielleicht hämolytisch wirkender Stoffe, wie z. B. ätherischen Öles, auftreten konnten, von vornherein auszuschalten, wurde zum Nachweis des Saponins die Cholesterinschrankenmethode angewandt. Ferner wurde durch die Berechnung des hämolytischen Index die Höhe des Saponingehaltes in den einzelnen Organen bestimmt. Weiter wurden durch Einlegen von Pflanzenschnitten in Blutgelatine mikroskopisch die Hämolyse bewirkenden Zellschichten ermittelt.

Zu sämtlichen Versuchen wurde defibriniertes frisches Rinderblut verwandt, das durch Zusatz von 1% Coffein haltbar gemacht wurde.

Zur Herstellung der Decocte wird eine Droge von stets gleichem Feinheitsgrad (pulvis grossus) verwendet. Die Decocte werden mit 0,9%iger NaCl-Lösung in einer Porzellaninfundierbüchse im Wasserbad eine halbe Stunde ausgezogen und heiß durch Watte filtriert. Das verdampfte Wasser wird nach dem Erkalten ersetzt. Zur Erzielung möglichst gleicher Bedingungen beim Auskochen werden alle Abkochungen 5%ig angesetzt und erst nachträglich je nach Bedarf verdünnt.

Durch Vorversuche wurde festgestellt, daß es bei der Goldrute nicht nötig war, das Decoct durch Zusatz von Natriumcarbonat zu neutralisieren, wie es Kobert (1912) vorschlägt und wovon Brandt (1924) abrät, da der hämolytische Index bei neutralisierten und schwach sauren Decocten der Goldrute gleich hoch war.

Der P_H-Wert der nur mit physiologischer Kochsalzlösung angefertigten Decocte lag gleichmäßig bei P_H 5,5.

Durch Vorversuche wurde weiter festgestellt, daß bei den vorliegenden Untersuchungen an der Goldrute der P_H-Wert der Blutgelatine von keiner größeren Bedeutung war, so daß er unberücksichtigt bleiben konnte.

Bei der Cholesterinschrankenmethode wurde folgendermaßen vorgegangen:

Filtrierpapierstreifen, 2 : 20 cm, (Schleicher und Schüll Nr. 598) werden in einer Entfernung von etwa 2—3 cm von einem Ende mit einer etwa 1 cm breiten Cholesterinschranke versehen (durch mehrfaches Auftupfen von 1%iger alkoholischer Cholesterinlösung). Diese Streifen werden in das Decoct etwa 1 cm tief eingetaucht und die Flüssigkeit 24 Stunden kapillarisiert. Nach dieser Zeit werden die getränkten Streifen etwa 2 cm über der Cholesterinschranke abgeschnitten, einige Male mit Wasser ausgewaschen und an der Luft völlig getrocknet. Danach werden die Streifen zwei bis drei Stunden in einem kleinen Kolben mit langem Steigrohr in Xylol gekocht; darauf fünf- bis sechsmal mit Äther ausgewaschen und zum Trocknen ausgelegt. Diese so präparierten Streifen werden in 3%ige Blutgelatine gelegt.

Diese Methode beruht darauf, daß nur das Saponin mit Cholesterin eine unlösliche Verbindung eingeht. Diese Verbindung bleibt beim Auswaschen allein auf dem Filterstreifen zurück. Erst durch das Erhitzen mit Xylol wird diese Verbindung wieder gespalten. Das Cholesterin geht im Xylol in Lösung, während das darin unlösliche Saponin dann auf dem Filterstreifen zurückbleibt.

Das Vorkommen von Saponin wurde als positiv angesehen, wenn nur in der Breite der Schranke ein hämolytischer Hof an beiden Seiten des Streifens entstand.

Um das Verhältnis der einzelnen Pflanzenteile in bezug auf ihre hämolytische Wirkung in Zahlenwerten vergleichen zu können, wurde der hämolytische Index der einzelnen Teile bestimmt.

Der Hämolytische Index gibt nach Kobert (1912) die Verdünnung an, in der eine Saponinlösung oder ein Drogenauszug eben noch imstande ist, eine bestimmte Menge roter Blutkörperchen aufzulösen.

Es wird eine 2%ige Blutaufschwemmung in physiologischer Kochsalzlösung angefertigt. In eine Reihe gleich weiter Reagenzgläser werden je 5 ccm der 2%igen Blutaufschwemmung gegeben. Hierzu kommen steigende Mengen des Drogenauszuges, z. B. in 5 Reagenzgläser verteilt 1—3 ccm Drogenauszug. Dann wird jedes Reagenzglas mit physiologischer Kochsalzlösung auf 10 ccm aufgefüllt. Die Reihenfolge der Zugaben ist folgende: Blut, Kochsalzlösung, Drogenauszug. Die Flüssigkeiten werden durch vorsichtiges Umschütteln gemischt und bei Zimmertemperatur ruhig stehen gelassen. Das Ablesen erfolgt nach fünfzehn bis zwanzig Stunden.

In einigen Gläsern, in denen die Saponinkonzentration zur Hämolyse nicht ausreichte, war die Flüssigkeit farblos und klar. Die roten Blutkörperchen waren sedimentiert. Beim Umschütteln zeigte sich wieder die trübe Ausgangslösung. Bei weiteren Gläsern war schon eine partielle Hämolyse eingetreten, das heißt: aus einem Teil der Blutkörperchen war der rote Farbstoff schon herausgelöst, so daß die Flüssigkeit durchscheinend und rot war. Es befanden sich aber noch unzerstörte Blutkörperchen am Boden. Bei weiteren Gläsern war schon eine totale Hämolyse eingetreten und die Lösung klar, lack-

farben rot. Es wurde der Gehalt an Saponin, der zuerst eine Totalhämolyse bewirkte, für die Berechnung des Index herangezogen.

Bei allen Versuchsreihen wurde ein Kontrollversuch auf die einwandfreie Beschaffenheit des Blutes ohne Zusatz von Drogenauszug gemacht. Nur wenn bei diesem Blindversuch die Blutkörperchen restlos sedimentiert waren und das darüber stehende Blutserum völlig farblos war, wurde die Versuchsreihe gewertet.

Bei diesen Bestimmungen darf nicht übersehen werden, daß die gefundenen Resultate nur relativen Wert haben. Es kam darauf an, Vergleichswerte herauszufinden in bezug auf die hämolytische Wirkung der einzelnen Pflanzenteile untereinander.

Bei dem Einlegen der Pflanzenteile in Blutgelatine wurde so vorgegangen, daß andere evtl. hämolytisch wirkende Stoffe außer Saponin dadurch ausgeschaltet wurden, daß der Pflanzenteil zunächst in alkoholischer Cholesterinlösung gekocht wurde. Wurden die so behandelten Pflanzenteile in Blutgelatine gelegt, durfte zunächst kein hämolytischer Hof eintreten. Dieser trat bei Anwesenheit von Saponin erst nach dem Kochen in Xylol auf.

Im einzelnen wurden nach diesen eben beschriebenen Verfahren folgende Ergebnisse erhalten:

Nach der Cholesterinschrankenmethode ergaben sämtliche Teile der Goldrute einen positiven Nachweis für Saponin.

Der hämolytische Index für die einzelnen Pflanzenteile ist in folgender Tabelle 6 zusammengefaßt:

Tabelle 6.

Hämolytischer Index der einzelnen Pflanzenteile von Solidago virga aurea L.

Stengel	Blatt	Blüte	Samen	Unterird. Organe
100	400	400	500	667

Dieses Ergebnis stimmt mit den Befunden Robergs, daß die Wurzel den Hauptgehalt an Saponin und der Stengel am wenigsten hat, völlig überein. Auch mit den Untersuchungen Richters ist eine annähernde Übereinstimmung festzustellen; allerdings wurden keine größeren Versuchsreihen durchgeführt, um die täglichen Schwankungen im Saponingehalt und ihre Abhängigkeit vom Standort zu beobachten.

Auch ein einfaches Einlegen der Pflanzenteile in Blutgelatine ergab einen hämolytischen Hof in verschiedener Stärke, und zwar konnte auch hier dieselbe Reihenfolge wie bei der Bestimmung des hämolytischen Index festgestellt werden; also in aufsteigendem Maße: Stengel, Blatt, Blüte, Samen, Wurzel.

Eine andere Reihenfolge ergab sich bei der Untersuchung der Keimpflanze. Ihre einzelnen Teile ergaben folgendes Bild:

Tabelle 7.

Hämolytische Wirkung der Organe der Keimpflanze in Blutgelatine.

Keimblatt	Primärblatt	Stengel	Wurzel
++++	++	++++	+

(Die Anzahl der + = Stärke der Hämolyse)

Bei den mikroskopischen Untersuchungen zeigte beim Stengel nur die Rindenschicht eine hämolytische Wirkung.

Beim Blatt erwies sich die Epidermis als saponinfrei. Hämolyse bewirkten nur die Zellen des Mesophylls.

Die einzelnen Bestandteile eines Blütenköpfchens verhielten sich folgendermaßen:

Tabelle 8.

Hämolytische Wirkung der einzelnen Teile des Blütenköpfchens in Blutgelatine.

Blütenboden	Involucrum	Einzelblüte	Pappus
++	+	+	—
	(—)	(—)	

(— = keine Hämolyse)

Natur und Darstellung des Saponins.

Aus der Literatur läßt sich keine völlige Übereinstimmung der Begriffe Saponinsäure, saure Saponine und neutrale Saponine erzielen. Kofler (1927) schlägt vor, nur zwischen sauren und neutralen Saponinen zu unterscheiden und die Bezeichnung Saponinsäure als gleichbedeutend mit saurem Saponin zu betrachten. Nach ihm sind die neutralen Saponine in Wasser und meist auch in angesäuertem Wasser leicht löslich. Die sauren Saponine sind in Wasser schwer, in Alkalien leichter löslich und werden durch Säuren aus diesen ausgefällt. Diese Definition deckt sich, wenn auch mit einigen Abweichungen, im großen und ganzen mit der von Kobert (Kofler 1927) vorgeschlagenen, der die Saponine nach ihrem Verhalten gegen neutrales und basisches Bleiazetat einteilt. Er bezeichnet die durch neutrales Bleiazetat fällbaren Saponine als saure, die durch basisches Bleiazetat gefällten als neutrale Saponine.

Die Darstellung des Saponins wurde nach verschiedenen Verfahren versucht, die im folgenden näher beschrieben sind.

Magnesia-Methode.

Diese Methode beruht darauf, daß Magnesia mit den vorhandenen Glykosiden (Saponin, Gerbstoff usw.) und Farbstoffen und dgl. Verbindungen bilden kann, von denen aber nur die Verbindung des Saponins mit Magnesia durch siedenden Alkohol wieder zerlegt wird.

75 g Droge (eigene Ernte 1937, Herba D) wurden viermal mit je 600 ccm Wasser auf dem Wasserbad eine Stunde lang digeriert. Die vereinigten, durch Watte filtrierten Abkochungen wurden auf dem Wasserbad bis zur Sirupkonsistenz eingeengt und dann mit gebrannter Magnesia verrieben. Dieser Brei wurde bis zur völligen Trocknung auf dem Wasserbad eingedunstet. Nach dem Erkalten wurde die Masse fein gepulvert und am Rückflußkühler mit Alkohol (96%) eine halbe Stunde auf dem Wasserbad (starker Siedeverzug) ausgekocht. Es wurde heiß abfiltriert und der Rückstand mit heißem Alkohol nachgewaschen. Das Filtrat war klar und hellgrünlich-braun gefärbt. In der Kälte (Eisschrank) schied sich ein feiner, voluminöser, flockiger, weißgrauer Niederschlag ab: N_1. Der Niederschlag wurde abfiltriert und mit Alkohol nachgewaschen. Das Filtrat von N_1 wurde dann auf dem Wasserbad etwas eingeengt und mit Äther im Überschuß in der Kälte versetzt. Dabei schied sich ein voluminöser, weißgrauer Niederschlag ab, der sich erst nach mehreren Tagen als schmieriger Niederschlag fest am Boden absetzte: N_2. Das darüber stehende Äther-Alkoholgemisch wurde abgegossen.

Es wurde versucht, den so gewonnenen Niederschlag N_2 (Saponin) durch mehrmaliges Aufnehmen mit heißem Alkohol und wiederholtes Fällen mit Äther zu reinigen.

Nach dem Trocknen im Exsikkator verblieb eine zähe, hellbraune Masse, die stark hygroskopisch war.

Untersuchung der Niederschläge (N_1; N_2):

I. Der aus dem Alkohol in der Kälte ausgefallene Niederschlag N_1 war nach dem Trocknen eine weißgraue, pulverige Masse. Sie war in Wasser und verdünnten Säuren unlöslich. Sie löste sich in verdünnten Alkalien und schied sich beim Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure wieder aus.

Hämolyseversuche waren mit der Substanz nicht durchzuführen, da diese nur bei einem P_H-Wert löslich war, der schon an sich Laugenhämolyse bewirkte.

Beim Verreiben der Substanz mit einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure in einer Porzellanschale zeigten wenige Körnchen anfangs einen leicht rötlichen Schimmer, der aber sogleich von einer braun-schwarzen Färbung der ganzen übrigen Substanz verdeckt wurde.

II. der mit Äther aus dem Alkohol gefällte Niederschlag N_2 schmeckte anhaltend kratzend und löste sich leicht in Wasser. Er gab beim Schütteln seiner wäßrigen Lösung einen starken, lang anhaltenden Schaum. Die Reaktion der wäßrigen Lösung war neutral. Auf Zusatz von Säuren änderte sich die klare Lösung nicht. Der Aschegehalt der Substanz betrug 11,56%. Diese Substanz (N_2) hatte eine starke, hämolytische Wirkung und erwies sich dadurch als Saponin.

Es wurde für das so erhaltene Saponin die Schaumzahl nach dem Verfahren von Kofler (1927) bestimmt.

Von diesem Saponin wurde eine 0,1%ige Lösung (in physiologischer Kochsalzlösung) angefertigt, die gleichzeitig auch für die Bestimmung des hämolytischen Index diente. Eine Reihe Reagenzgläser gleicher Größe wurde jeweils steigend mit 1—5 ccm Lösung versetzt. Jedes Reagenzglas wurde mit Wasser auf 10 ccm aufgefüllt und 15 Sekunden in der Längsrichtung kräftig geschüttelt. Dann wurden die Gläser beiseite gestellt, nach 15 Minuten wurde die Schaumhöhe gemessen und jenes Reagenzglas zur Berechnung herangezogen, in dem die Höhe des Schaumes 1 cm betrug. Die Verdünnung in diesem Reagenzglas ergibt den Wert für die Schaumzahl.

Die für das Saponin errechnete Schaumzahl betrug 1 : 4500.

Der hämolytische Index wurde in der eingangs beschriebenen Weise ermittelt. Er betrug 3000.

Dividiert man den hämolytischen Index durch die Schaumzahl, so erhält man den Gift/Schaumquotienten (Kofler), der für jedes Saponin eine einigermaßen charakteristische Zahl darstellt. Sein Wert besteht darin, daß er unabhängig von der Menge der indifferenten Verunreinigungen ist. Der so errechnete Gift/Schaumquotient für das erhaltene Saponin betrug 0,67.

Mit dem Saponin wurden noch einige allgemeine Farbreaktionen (bei Kofler 1927 beschrieben) ausgeführt, deren Wert aber bis auf die Schwefelsäurereaktion nur wenig charakteristisch für Saponine ist.

Das Saponin gab, mit einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure (Rosoll) in einer Porzellanschale verrieben, eine Rotviolettfärbung.

Mit einem Gemisch von 96%igem Alkohol und konzentrierter Schwefelsäure zu gleichen Teilen gab die Substanz beim Erwärmen eine leichte Gelbrotfärbung; bei Zusatz eines Tropfens Eisenchloridlösung bildeten sich blaß blaugrüne Schlieren, die aber sofort wieder verschwanden (Lafon).

Beim Unterschichten von etwas in Essigsäureanhydrit gelöster Substanz mit dem gleichen Volumen konzentrierter Schwefelsäure bildete sich an der Berührungszone ein rotbrauner Ring, der nach einiger Zeit nach oben in helles Grün übergeht. Eine Blaufärbung trat nicht ein (Sieburg).

Aufspaltung des Saponins.

Die wäßrige Lösung des oben erhaltenen Saponins wurde mit verdünnter Schwefelsäure mehrere Stunden am Rückflußkühler im Wasserbad gekocht. Es schied sich nach einiger Zeit ein brauner Niederschlag ab: das Sapogenin. Davon wurde abfiltriert. Das Filtrat war schwach hellgelb, schäumte nur noch wenig und reduzierte Fehlingsche Lösung stark: Glukose.

Das getrocknete Sapogenin stellte eine braune, pulvrige Masse dar, die in Wasser unlöslich, in Azeton, Essigäther und Eisessig leicht löslich war. In Äther und Chloroform war das Sapogenin unter Erwärmen z. T. löslich.

Dialyseversuch des Saponins.

Zum Versuch einer weitergehenden Reinigung des Saponins wurde seine wäßrige Lösung dialysiert. Da eine Möglichkeit zur Elektrodialyse nicht vorhanden war, wurde die Saponinlösung in einem einfachen Dialyseschlauch und mittels einer Membran aus Schweinsblase der Dialyse unterworfen. Die dialysierte Flüssigkeit wurde auf dem Wasserbad zur Trockene eingedunstet, in heißem Alkohol aufgenommen und mit Äther gefällt. Der weiße Niederschlag wurde abfiltriert, er war nach dem Trocknen eine pulvrige, weißlichhell bräunliche Substanz, die starke Hämolyse zeigte.

Die Verluste waren aber so groß und die Dialyse so langwierig, daß von einem Dialysieren der Gesamtmenge an Saponin abgesehen werden mußte. Die gewonnene Menge des dialysierten Saponins reichte zu weiteren Untersuchungen nicht aus.

Alkohol-Magnesia-Methode.

80 g Droge (Handelsdroge) wurden im Soxhletschen Extraktionsapparat zuerst mit Petroläther bis zur Erschöpfung ausgezogen, um die Droge möglichst von Fett, Harz und Chlorophyll zu befreien. Darauf wurde die Droge mit 96%igem Alkohol total extrahiert. Der Alkoholauszug war grünbraun gefärbt und nach dem Filtrieren in der Hitze klar. Beim Erkalten fiel ein feiner, weißgrauer, flockiger Niederschlag: N_1, der nach dem Trocknen eine graugrüne, pulverige Substanz gab. Das klare Filtrat wurde mit Äther im Überschuß versetzt. Es fiel ein weißgrauer, voluminöser Niederschlag, der sich nach einigen Tagen als braune, zäh-schmierige Masse am Boden des Kolbens absetzte: N_2. Das Äther-Alkoholgemisch wurde hiervon abgegossen.

Der Niederschlag N_2 war in Wasser leicht löslich, gab beim Schütteln einen starken Schaum und erwies sich durch seine hämolytische Wirkung als saponinhaltig.

Zur weiteren Reinigung wurde der Niederschlag N_2 mit wenig Wasser aufgenommen und mit Magnesia angerieben und auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Der Trockenrückstand wurde gepulvert und am Rückflußkühler mit Alkohol ausgekocht und heiß filtriert. Beim Erkalten des eingeengten Filtrats schied sich wieder ein geringer, feinflockiger Niederschlag ab: N_3.

Er war in Wasser leicht löslich und gab einen stark anhaltenden Schaum.

Die Hauptmenge des so gereinigten Saponins wurde aus der filtrierten Alkohollösung durch Ätherzusatz gefällt. Das Saponin hatte sich nach einigen Tagen als zähe, braune Masse am Boden abgesetzt (Saponin A).

Untersuchung des Niederschlags N_1 und des Saponins aus N_2 (Saponin A).

Die beim Erkalten des alkoholischen Soxhletextraktes ausgefallene, pulvrige Substanz (N_1) war in Wasser unlöslich und verhielt sich wie der Niederschlag N_1 bei Verfahren I (Magnesia-Methode).

Das durch Fällung mit Äther aus Alkohol als zähe, braune, schmierige, hygroskopische Masse erhaltene Saponin A zeigte dasselbe Verhalten wie das aus dem Niederschlag N_2 der Magnesia-Methode gewonnene Saponin (Saponin M).

Der Aschegehalt von Saponin A betrug 3,54%. Der Gift/Schaumquotient war mit 0,62 praktisch der gleiche wie vom Saponin M. Hierbei ist nur bemerkenswert, daß die Schaumzahl des Saponins mit 1 : 2000 und der hämolytische Index mit 1250 um die Hälfte tiefer lagen als bei Saponin M.

Die wäßrige Lösung des Saponins gab mit Bleiazetat eine verschieden starke Fällung, obwohl es als ein neutrales Saponin erst durch Bleiessig fällbar sein sollte. Das Filtrat der Fällung wies ebenfalls auf Zusatz von Bleiessig noch eine mehr oder weniger starke Trübung auf. Beide Fällungen waren im Überschuß des Fällungsmittels löslich.

Ein abweichendes Verhalten gegen Bleiverbindungen wird auch von Kofler (Klein 1932) bei verschiedenen anderen Saponinen beschrieben. Deswegen kommt Kofler zu der Schlußfolgerung, bei der Unterscheidung zwischen neutralem und saurem Saponin das Verhalten gegen Bleiazetat zu vernachlässigen.

Mit dem obigen Verhalten übereinstimmend ergab auch die Darstellung des Solidagosaponins durch das Bleiverfahren kein eindeutiges Bild. So wurde aus jedem Abschnitt des Analysenganges ein neutrales Saponin gewonnen, wie nachstehender Versuch zeigt:

Bleiverfahren.

Das Bleiverfahren beruht darauf, daß Saponine durch Bleisalze aus ihren Lösungen gefällt werden können; und zwar werden in der Regel durch Bleiazetat die sauren Saponine gefällt, während durch Bleiessig die neutralen Saponine gefällt werden sollen.

150 g Droge (eigene Ernte 1937, Herba D) wurden auf dem Wasserbad mehrere Male ausgekocht. Die vereinigten filtrierten Abkochungen wurden auf dem Wasserbad auf ungefähr 200 ccm eingedunstet und mit Natriumbikarbonat neutralisiert. Darauf wurde Bleiazetat zugesetzt, wobei sich ein reicher Niederschlag bildete: R_1. Der Niederschlag wurde abfiltriert, Filtrat F_1, mit Bleiazetat und später mit Alkohol nachgewaschen, bis der abtropfende Alkohol beim Verdunsten keinen Rückstand mehr hinterließ. Der Niederschlag R_1 wurde in Wasser angeschüttelt und das Blei mit Schwefelwasserstoff gefällt. Um das Abfiltrieren des Bleisulfids zu erleichtern, wurde die Anschüttelung mit etwas Alkohol versetzt. Der Niederschlag wurde abfiltriert, Filtrat Fa, und darauf zur Gewinnung des noch eingeschlossenen Saponins mehrmals mit Alkohol (96%) am Rückflußkühler ausgekocht. Die vereinigten Alkoholauszüge wurden mit dem Filtrat Fa, das mit Natriumbikarbonat neutralisiert war, auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Der Rückstand wurde mit heißem Alkohol aufgenommen. Es blieb eine braune, harzige Masse ungelöst zurück. Die Lösung selbst war dunkelbraun gefärbt. Diese Lösung wurde mit der dreifachen Menge heißen Chloroforms ausgeschüttelt, wobei sich harzige, schmierige Mengen am Boden absetzten; davon wurde abgegossen, das Chloroform abdestilliert und der von Chloroform befreite Alkohol mit Äther im Überschuß versetzt. Es fiel ein massiger, brauner Niederschlag, der nach dem Absetzen zur Reinigung mehrmals mit Alkohol aufgenommen und mit Äther wieder gefällt wurde.

Es blieb ein schmieriger, brauner Rückstand. Er wurde in Wasser aufgenommen und dialysiert. Es resultierte eine geringe Menge grauer, pulveriger Substanz, die in Wasser leicht löslich war, stark schäumte, neutrale Reaktion zeigte und stark hämolytische Wirkung hatte, wodurch sie als Saponin identifiziert wurde. Mit Bleiazetat gab die Lösung wieder einen voluminösen Niederschlag.

Das Filtrat F_1 wurde mit Bleiessig versetzt; es fiel ein starker, hellgelber Niederschlag, der abfiltriert, Filtrat F_2, und wie der Bleiazetatniederschlag R_1 weiter verarbeitet wurde.

Es wurde nach der Dialyse eine geringe Menge graupulveriger Substanz erhalten. Diese erwies sich mittels Hämolyse als Saponin und zeigte dieselben Eigenschaften wie das aus der Bleiazetatfällung erhaltene Saponin.

Das Filtrat der Bleiessigfällung, F_2, enthielt auch noch Saponin, das Blei wurde mit Schwefelwasserstoff gefällt und von der Lösung abfiltriert. Das Filtrat wurde eingedunstet, mit Alkohol aufgenommen und mit Äther wieder gefällt. Es setzte sich nach mehrtägigem Stehen eine hellbraune, schmierige Masse am Boden ab. Diese Substanz war stark hygroskopisch, leicht in Wasser löslich und zeigte ebenfalls alle Eigenschaften eines neutralen Saponins.

Das aus der Goldrute isolierte Saponin ist also ein neutrales Saponin. Die Identität des in den einzelnen Versuchen dargestellten Saponins wurde durch die übereinstimmenden, oben beschriebenen Reaktionen und den Giftschaumquotienten festgestellt.

Ein saures Saponin wurde nicht nachgewiesen.

Das in der Goldrute enthaltene Saponin zeigt ein abweichendes Verhalten gegen Bleiverbindungen. So war das neutrale Saponin zum größten Teil durch Bleiverbindungen nicht fällbar. Zum Teil war es jedoch auch aus der Bleiazetatfällung und Bleiessigfällung zu gewinnen.

Organische Säuren.

Zur Prüfung auf organische Säuren wurde folgendermaßen vorgegangen:

Ein 10%iges Decoct wurde mit Kohle entfärbt. Die Lösung hatte eine leicht rötliche Farbe (Mn), die beim Aufkochen verschwand. Sie wurde versetzt mit:

I. Calciumchloridlösung in der Kälte im Überschuß. — Nach 24 Stunden hatte sich ein kristallinischer Niederschlag gebildet, der sich in verdünnter Essigsäure löste: Weinsäure.

II. Calciumchloridlösung und aufgekocht. — Es bildete sich ein kristallinischer Niederschlag, der in der Kälte zum Teil löslich war: Zitronensäure.

Weiter wurde das Kraut zur Prüfung auf Oxalsäure mit verdünnter Salzsäure in der Wärme eine Stunde mazeriert. Nach dem Abfiltrieren wurde die klare, weinrote Lösung mit Kohle entfärbt und mit Ammoniak neutralisiert. Von dem dabei ausfallenden, gallertartigen Niederschlag wurde abfiltriert, mit Essigsäure angesäuert und mit Calciumchloridlösung versetzt. Nach 24 Stunden hatte sich ein leichter, kristallinischer Niederschlag abgeschieden: Oxalsäure.

Extraktionen der Droge mit verschiedenen Lösungsmitteln.

Um etwaige, bis jetzt noch nicht beachtete Inhaltstoffe, wie z. B. fettes Öl, zu erfassen, und um überhaupt festzustellen, inwieweit sich die Inhaltstoffe mit verschiedenen Lösungsmitteln aus der Pflanze extrahieren lassen, wurden in einer Reihe von Extraktionen die hierbei zu gewinnenden Substanzen ermittelt.

Zur Untersuchung kam mit Ausnahme von Versuch 3 und 6 das getrocknete blühende Kraut eigener Ernte ohne unterirdische Organe (Handelsform). Die getrocknete Droge war gemahlen (pulvis grossus) und lufttrocken. In Versuch 3 kamen die einzelnen Pflanzenteile gesondert zur Extraktion. Sie waren ebenfalls gemahlen und lufttrocken. Bei den Versuchen wurden, wenn nichts anderes angegeben, je 10 g Droge im Soxhletschen Extraktionsapparat bis zur Erschöpfung ausgezogen.

1. Totalextraktion mit 45%igem Alkohol.

Die extrahierte Flüssigkeit schäumte stark. Die Farbe des Auszuges war

dunkelbraun. Es schied sich nach einiger Zeit in der Kälte ein starker, dunkelgrüner, schmieriger Bodensatz ab. Nach dem Abdestillieren des Alkohols und dem Trocknen im Exsikkator betrug der Rückstand 2,882 g (28,82%). Geruch: herb aromatisch. Geschmack: unangenehm bitter, kratzend.

Die so ausgezogene und wieder getrocknete Droge hatte keinerlei hämolytische Wirkung mehr.

2. Totalextraktion mit 96%igem Alkohol.

Die Farbe des Auszuges war dunkelbraun-grün. In der Kälte setzte sich am Boden des Kolbens ein dicker, kleinflockiger Niederschlag ab. Nach dem Abdestillieren des Alkohols und Trocknen im Exsikkator betrug der Rückstand 2,034 g (20,34%). Geruch: angenehm mild aromatisch. Geschmack: unangenehm bitter, dumpf aromatisch, kratzend.

Die so ausgezogene und wieder völlig getrocknete Droge besaß keine hämolytische Wirkung mehr.

3. Untersuchung alkoholischer Auszüge unter der Quarzlampe.

Bei der Gerbstoffbestimmung wurden von den einzelnen Pflanzenteilen, wie dort erwähnt, mit 96%igem Alkohol Extraktionen gemacht. Diese einzelnen Extraktionen, die im Tageslicht teilweise eine verschiedene Färbung aufwiesen, wurden auch unter der Analysenquarzlampe beobachtet. Die für die Extraktionen der einzelnen Pflanzenteile sich dabei ergebenden Farbunterschiede sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Dagegen zeigten die einzelnen Organe im Laufe der Vegetationszeit keine Farbunterschiede.

Tabelle 9.

Farben der alkoholischen Auszüge der einzelnen Pflanzenteile von Solidago virga aurea L. bei Tageslicht und unter der Quarzlampe.

Pflanzenteil	Farbe des alkoholischen Auszuges	
	bei Tageslicht	unter der Quarzlampe
Unterirdische Organe	gelb-bräunlich	grau-blau
Stengel	hell-grün	hell-violett
Blatt	dunkel-grün	leuchtend zinnoberrot
Herba D	grün	lila-vilolett
Kontrolle: reiner Alkohol	farblos	schwach violett-blau

4. Totalextraktion mit Pentan.

Nach dem Abdunsten des Pentans verblieb ein paraffinartiger, fester Rückstand, der in dünner Schicht farblos, in etwas dickerer Schicht schwach gelb-grün war. Er hatte einen mild aromatischen, etwas honigartigen Geruch und scharfen, etwas kühlen Nachgeschmack. Rückstand: 1,21%.

Die Substanz ergab keinen Fettfleck.

5. Serienextraktion an einem Drogengut mit verschiedenen Lösungsmitteln.

Die Droge wurde nacheinander mit folgenden Lösungsmitteln extrahiert:

A. Petroläther
B. Äther
C. Chloroform
D. Benzol
E. Methanol.

Alle Auszüge wurden ebenfalls unter der Quarzlampe betrachtet. Es ergab sich folgende Farbtabelle:

Tabelle 10.

Farben der bei der Serienextraktion von Herba Virgae aureae erhaltenen Lösungen bei Tageslicht und unter der Quarzlampe.

Auszüge mit:	bei Tageslicht:	Farbe unter der Quarzlampe:	Farbe des Extraktionsmittels unter der Quarzlampe:
A. Petroläther	gelb-orange	hell-gelb	prakt. farblos
B. Äther	gelb-grün	hell-weinrot	prakt. farblos
C. Chloroform	schmutzig-braun	weinrot (etwas bräunlich)	intensiv hellblau
D. Benzol	gelb-grün	ziegelrot	prakt. farblos
E. Methanol	schmutzig-braun	dunkel ultramarinblau	schwach grau-blau

Die filtrierten Auszüge wurden abdestilliert und die im Exsikkator getrockneten Rückstände zur Wägung gebracht.

In der folgenden Tabelle sind die verschiedenen Ausbeuten angegeben:

Tabelle 11.

Ausbeuten bei der Serienextraktion von Herba Virgae aureae in %.

Petroläther (A.)	Äther (B.)	Chloroform (C.)	Benzol (D.)	Methanol (E.)
1,34	4,67	2,01	1,34	14,03

Extraktion A (Petroläther):
Der Rückstand ist eine wachsartig zähe Masse von bräunlich oranger Farbe. Der Geruch ist angenehm aromatisch, der Geschmack aromatisch mit muffigem Nachgeschmack.

Der Rückstand ergab keinen Fettfleck, demnach ist im Kraut der Goldrute kein fettes Öl enthalten.

Extraktion B (Äther):
Der Rückstand ist eine zäh-klebrige, schmierige Masse von hell oliv-grüner Farbe, scharf durchdringendem Geruch und säuerlich brennend scharfem Geschmack.

Zur Prüfung auf evtl. vorhandene Flavone wurde der Rückstand mit 10 ccm warmen Wassers eine Stunde digeriert. Die helle, klare Lösung wurde vom Ungelösten abfiltriert. Die Lösung reagierte sauer gegen Lackmus. Sie zeigte folgende Flavonreaktionen:

Ammoniak:	gelb
NaOH:	gelb
HCl konz.:	gelb
Bleiazetat:	gelbe Färbung, beim Erhitzen Fällung, die auf Zusatz von Essigsäure verschwindet
Bleiessig:	
Eisenchloridlösung wäßrig:	keine Reaktion
Eisenchloridlösung alkoholisch:	keine Reaktion

Hiernach ist mit der Anwesenheit eines Flavonkörpers, die bisher für die Goldrute noch nicht angegeben wurde, zu rechnen. Lediglich für Solidago

serotina wird in der Literatur (Klein 1932) ein Flavon angegeben.

Extraktion C (Chloroform):

Der Rückstand ist eine zähe, klebrige Masse von schmutzig grün-brauner Farbe, angenehm karamellartigem Geruch und bitterem Geschmack.

Extraktion D (Benzol):

Der Rückstand ist ebenfalls eine klebrig zähe Masse von tief dunkelgrüner, etwas bräunlicher Farbe und dumpf aromatischem Geruch mit muffigem Geschmack.

Extraktion E (Methanol):

Der Rückstand ist eine zähe, weiche Masse von hellbraun-grünlicher Farbe. Er ist fast geruchlos, schwach aromatisch, aber mit stark bitterem, aromatischem, leicht brennendem Geschmack.

6. Serienextraktion des Samens.

Extraktion A (Petroläther):

Etwa 7 g Samen (gemahlen) wurden genau gewogen und mit Petroläther extrahiert. Der Petroläther wurde abdestilliert und der Rückstand bei 105 ° getrocknet. Ausbeute: 12,71%. Die gewonnene Substanz war ein schmutzig grün-braunes, zähflüssiges, fettes Öl.

Der Same der Goldrute enthält also ein fettes Öl, wie auch schon von Iwanoff (1931) angegeben wird.

Extraktion B (Äther):

Der Same wurde weiter mit Äther extrahiert. Der gewonnene Rückstand hatte eine gelbbraune Farbe. Ausbeute: 4,13%.

Der Rückstand wurde ebenfalls wie der der Ätherextraktion des Krautes (Versuch 5 B) mit warmem Wasser digeriert. Nach dem Abfiltrieren war die Lösung klar und schwach gelb gefärbt. Sie gab die gleichen Flavonreaktionen wie die wäßrige Lösung des Ätherextraktes des Krautes.

PHARMAZEUTISCHER TEIL.

Geschichte der Droge.

Die Goldrute war seit alter Zeit in Deutschland und anderwärts als Heilpflanze gekannt und geschätzt.

Nach Kröber (1934) soll sie eines der Mittel gewesen sein, die Martin Luther gegen seine Leiden anwandte. Lonicerus (1564) (nach Madaus 1938) erwähnt das Heidnische Wundkraut als „alle innerlichen Versehrungen heylend" und rühmt es weiter als gutes Wundmittel. Hieronymus Bock (1565) gibt in seinem Kräuterbuch neben einer Abbildung (Abb. 1) folgende Beschreibung:

„Diss kraut hat nun mehr den rhum bey uns Teütsche für andere kreütter wunden zuheylen / ohn angesehen das noch vil mehr dergleichen unnd gewissere funden werden / was aber eim jeden gefelt / das selbig setzt er oben an / hat alle würckung Innerlich und Eüsserlich wie der Sanickel / allerhand wunden zuheylen / soll einer druckenen eygenschafft sein.

Innerlich.

Das wasser von disem kraut gebrant / sonderlich zu vor in wein gebeisst / unnd darnach distilliert / heylet alle Innerliche Versehrung des Magens / der Lebern / der Mutter unnd gantzen leibs / stillet auch schmertzen unnd grimmen im leib / mag inn aller massen / wie Sanickel gebraucht werden.

Eüsserlich.

Erstlich ist diss wasser von Heidnisch wundtkraut gebrant / nutz und gut zu allen frischen und alten wunden gebraucht / darmit geweschen / geseübert un ubergelegt mit leinen düchlein / sonderlich an den heimlichen fratten oder sehren glidern frawen und mannen.

Das wasser heylet alle sehrigkeyt des munds und halss darmit geweschen unnd gargarisiert. Oberzölte tugent hat das dritt Wundtkraut augenscheinlich / sonderlich wann das selb kraut mit wein würt gesotten / zuvor gedörrt."

Tabernaemontanus (1530—1590) (nach Schelenz-Trebschen 1937) berichtet ebenfalls ausführlich über ihre verschiedenen Anwendungsgebiete:

„Es hat dies Kraut nicht vergebens seinen Namen überkommen, daß es gülden Wundtkraut heisst, sintemal es nicht allein zu auszerlichen, sondern auch zu innerlichen Wunden gantz heylsam und nützlich zu gebrauchen ist, von wegen seiner trucknen und zusammenziehenden Krafft, so es in sich hat. Es wird auch disz Kraut von wegen seiner zusammenziehenden Krafft genützet zu den Bauchflüssen und der roten Ruhr wie auch wider das Blutspeyen. Heylet die Versehrung des Halsz und Mundts und befestigt die wacklenden Zähn und bringt das geschwollene Zäpflein wieder zurecht.

Es schreiben die beyde weitberühmte Medici Matthiolus und Dodonäus und bezeugen auch Authoritate Arnoldi Villanovani, dass disz Kraut eine sonderliche Krafft und Eygenschafft habe wider den Stein und das Nierenwehe: also auch dass es nicht allein den Griess und Sandt, sondern auch den Stein selbst zermale und denselbigen auch zugleich ausführe. Ueber das reinige es auch die Nieren und die Harngäng von allem groben Schleim, dadurch offtermals der Harn auffgehalten und verhindert wirdt. Zu welchen Gebrechen dann das Kraut in Wein kann gesoten werden und darvon getruncken."

In dem „Commentary in VI Libros Pedacy Dioscorides Anazarbei de Medica Materia 1598" des Matthiolus werden die Goldrute und ihre

Wirkung beschrieben und zwei schöne Abbildungen von ihr gebracht (Abb. 2). Es werden hier zwei Varietäten genannt: „Virga aurea“ und „Virga aurea latifolia serrata“. Letztere ist wohl die heutige Solidago virga aurea, die von De Candolle (1836) und Koch (1843) als „Solidago virga aurea vulgaris“ bezeichnet wird.

1669 wird die Droge in der Leipziger Arzneitaxe als „Herba consolidae saracen.“ aufgeführt, von der „Eine Handvoll 3 pfg“ kostet.

Schroeder bespricht 1669 in seinem „Thesaurus pharmakologicus“ die Goldrute in zwei Kapiteln, einmal als „Virga aurea C. B.“ und zweitens als „Virga aurea alias consolida sarracenica“. Von der „Virga aurea“ nennt er vier Unterarten:

1. V. A. major seu Doria.
2. V. A. latifolia serrata.
3. V. A. angustifolia serrata. Haec et Sarracenica dicitur.
4. V. A. angustifolia minus serrata. Haec serratae surrogari apta est.

Er behandelt dann nur „V. A. latifolia serrata“, die mit der „Virga aurea“ von Matthiolus identisch ist, während „ V. A. angustifolia minus serrata“ von Matthiolus „Virga aurea“ benannt wird.

Von „V. A. latifolia serrata“ sollen nach Schroeder die Blüten und Blätter im Juli bis August gesammelt werden. Von ihrer Wirkung schreibt er:

„Vires: Utraque calf. et sicc. 2 adstringit, vulneraria est celeberrima, intrinsecus et extrinsecus adhibita, nec non et lithontriptica diureticaque non e postremis. Confert itidem diarrheae et dysentheriae, sanguinis expuitione medetur, mucilaginem renum et ureterum efficaciter abstergit, putredinem gingivarum, dentiumque vacillationem curat.“

Als Präparat gibt er ein aus Herba cum Floribus destilliertes Wasser und in der nächsten Ausgabe von 1718 auch noch ein Decoct an.

Von der „V. A. alias consolida sarracenica“, die im Juni blühen soll, sind nach ihm nur die Blätter anzuwenden. Über ihre Wirkung schreibt er:

„Vires: Astringit, amara et siccataque evidentissime, vulneraria est insignis usu interno et externo adhiberi apta, medetur et fistulis, ulcera maligna mundificat ac sanat.“

Schroeder erwähnt hier also keine diuretische Wirkung, im Gegensatz zu der „Virga aurea“.

Die Ausgabe von 1718 behält dieselbe Einteilung bei; es werden zu den beiden Pflanzen hier aber noch zwei Abbildungen gebracht, aus denen die Pflanzen aber nicht deutlich zu erkennen sind. Diese Ausgabe weist auch eine Tabelle der in der Officin damals gebräuchlichsten Kräuter auf, in der auch Consolida sarracenica, das ..Heidnisch Wundkraut“ aufgeführt ist.

In den „Animadversiones in Pharmakopeiam Augustanam“ von Joannis Zwelfer (1693) ist sie Bestandteil vieler Rezepte. In der Pharmakopeia Augustana renovata et Appendice 1694 ist das Heidnisch Wundkraut ebenfalls genannt.

In der Pharmakop. Neohanoviensis (1703) wird die Goldrute unter anderen Namen auch als ..Herba sortis“ geführt.

In der Apothekertaxe für Bremen und Verden 1711 und in dem Kräuterlexikon von Thilo (1716) ist die Goldrute ebenfalls enthalten. Das Dispensatorium für Wien (1729) bringt ein Extractum Virgae aureae neben dem Herba.

Um 1735 tritt die Goldrute als Herba virga aureae in der Pharmakop. Edinburgensis auf. In der Ausgabe von 1776 wird sie nicht mehr erwähnt. Ebenso ist sie nicht mit in die Pharmakopöa Britannica von 1816 über-

nommen, die sich an die Edinburgische anlehnt. Dagegen ist sie noch erhalten in dem New Supplement to the Pharmakopoeias of London* (1829) und ebenfalls in dem weiteren Ergänzungsbuch* von 1831.

1745 berichtet Johann Wilhelm Weinmann:

„Grundheyl oder Heydnisch Wundkraut ist eines der vornehmsten Wundmittel, welches trocknet, reiniget, anziehet, stärket und heilet. Es wird gantz besonders in Blutharnen, wie auch in Blutspeyen, Wunden und anderen übermässigen Ausflüssen, als in Durchfall, Ruhr etc., gebraucht. Man rathet es auch in Brust- und Nierenverletzungen an, es treibet den Harn und Stein, und ist in der Gelb- und Wassersucht von guter Würckung. Es heilet dieses Kraut die Fisteln, Mund- und Halsgeschwüre, verhindert die Entzündung des Zäpfleins und Fäulung des Zahnfleisches und befestiget die Wacklenden Zähne. Man nimmt es ein Quintlein schwer mit Wein zu Pulver gestossen, wie auch in Tränken, Einspritzungen und Gurgelwässern."

In fast allen Pharmakopöen und Kräuterbüchern der damaligen Zeit erscheint die Droge und Pflanze unter dem Namen Consolida sarracenica. So werden die Blätter als Folia Consolidae sarracenicae im „Catalogus medicamentorum in officinis Lubecensibus venalium" (1745) bezeichnet.

Das Heidnische Wundkraut taucht in der Württemberg. Pharm. von 1748 auf. Diese gibt eine ähnliche Anwendung wie Weinmann:

„Vulneraria est celeberrima et lithontriptica. Gargarisma est decocto faucium et columellae morbis medetur, putredinem gingivarum et vacillationem dentium curat. Cosacci infusum contra incontinentiam urinae bibunt."

Es bleibt in den folgenden Württembergischen Pharmakopöen von 1754, 1760, 1786 und 1798 officinell.

Triller gibt 1764 in seinem Dispensatorium Pharmaceuticum universale eine kurze Beschreibung der Wirkungsweise der Droge und führt sie in einigen Rezepten auf.

Nach der Schweizer Pharmakopoe von 1771 werden nur die Folia gebraucht. Von den Blättern schreibt sie: „Vires: vulnerariae, adstringentes, lithontripticae" und weiter „Cum haec planta non ubique sponte proveniat, saepissime ei sequens substitutur: Virga aurea latifolia serrata C. B. Virga aurea vulgaris latifolia J. B."

Erwähnt wird Solidago weiter im „Apparatus medicaminum"* von 1776 von Murray und Gmelin aus Göttingen, und in dem Dispensatorium Pharmac. von Braunschweig 1777, welches das im Juli gesammelte blühende Kraut vorschreibt. In der ihm beigefügten Taxe kostet 1 Loth 3 pfg. Desgleichen findet sich Solidago in der Stadtpharmak. von Genf* (1780) und in der schwedischen „Materia medica*" von Bergius (1782).

Spielmann gibt in seiner Ph. generalis (1783) nach einer kurzen morphologischen Beschreibung folgende Verwendung an:

„Tam intus quam extus traumatico scopo assumitur. Infusum eius vires antinephriticus edere animadversum est."

Das Dänische Arzneibuch von 1786 schreibt außerdem als Sammelzeit August vor. In den weiteren Arzneibüchern dieses Landes von 1805, 1849 und später fehlt die Goldrute. In der Medicinaltaxe von Schleswig-Holsein (1786) kosten 2 Loth Heidnisch Wundkraut 1 Schilling. Im Dispensatorium von Fulda 1791, von Amsterdam* 1792 und von Lippe* 1792/94 ist die Droge enthalten. Das Dispensatorium

* Pharmakopoea Universalis 1832.

von Lippe 1799 warnt vor einer Verwechselung mit dem gelben Weiderich (Lysimachia vulgaris). Weiterhin wird die Goldrute officinell geführt in der Würzburger* Ph. 1796 und in der Ph. Herbipolitanea 1796.

In Spanien sind 1798*, 1803* und 1822 die blühenden Stengelrispen „Summitates floridae" der Goldrute officinell.

1799 erwähnt Hahnemann die Goldrute als Heilmittel in seinem Apothekerlexikon.

Weiter erscheint das Kraut in den Arzneibüchern von Dublin* 1807, von Frankreich* 1818 und von Österreich 1820.

Coxe* macht in seinem amerikanischen Dispensatorium von 1825 darauf aufmerksam.

Die deutsche Bearbeitung der Hamburgischen Stadtpharmak. von 1845 (Codex d. Pharm.) nennt ebenfalls die Goldrute.

Geiger bringt 1845 in seiner Pharm. universalis zuerst einen Hinweis für die Aufbereitung der Pflanze: „Cum Floribus colligenda celeriterque siccanda" und weiter:

„Infusum aquosum ope ferri muriatici oxydati colore obscure viridi turbatur.
Part. const. praev.: Principium extractivum proprium et adstringens.
Vis: incidens, tonica, resolvens, diuretica, mundificans, vulneraria.
Usus: In infuso, externe ut vulnerarium.

Das Ergänzungsbuch von 1852 zum Hannoverschen Arzneibuch beschreibt eingehend die Goldrute:

„Herba cum summitatibus colligenda. Flores mediocres dense racemosi, in paniculam terminolem foliosam digesti, flosculis aureis. Folia speciosa, oblongi lanceolata, acuta, inferiora in petiolum attenuata, remote serrata, superiora sessilia, partim integerrima, omnia margine aspera, utrinque breviter pilosa vel glabriuscula, superne saturate viridia, subtus paullo palliodora; odore proprio debili aromatico, haud ingrato, sapore statim subsalso, postea nauseoso — acri, gutturali, amariusculo."

Heute noch ist die Goldrute im Ergänzungsbuch V zum Deutschen Arzneibuch VI und im Homöopathischen Arzneibuch von Schwabe 1934 aufgeführt.

Anwendungsgebiet.

Stellt man nun einmal aus der Literatur die ganzen Anwendungsgebiete für die Goldrute zusammen, so ergibt sich für ihre arzneiliche Verwendung folgendes Bild:

Wie man bei fast allen Kräutern der Volksheilkunde die verschiedensten Anwendungsgebiete angegeben findet, die sich zum Teil sogar zu widersprechen scheinen, so wurde auch das „Heydnisch Wundkraut" bei den mannigfachsten Leiden gebraucht.

Vor allem aber wurde die Goldrute hiernach wegen ihrer adstringierenden und besonders wegen ihrer diuretischen Wirkung benutzt.

Am ältesten ist wohl die Verwendung der Goldrute äußerlich als Adstringens bei Wunden. Ihre Blätter werden frisch zerquetscht auf die Wunden, offenen Geschwüre und Geschwülste gelegt. Ebenso werden sie getrocknet und pulverisiert in die Wunden gestreut. Seltener nimmt man die getrocknete Wurzel und das Herba zum Aufstreuen. Auch Umschläge werden mit

* Pharmakopoea Universalis 1832.

ihren Abkochungen bei schlecht heilenden und krebsartigen Geschwüren gemacht. Ebenso ist die Goldrute bei chronischem Ekzem gelobt.

Sie wird auch bei Hämorrhoiden angewandt. In Dänemark wird sie auch noch gegen Ohrenschmerzen und -sausen gebraucht.

Der 2—3%ige Absud wird äußerlich bei Rachen- und Schlundleiden, Halsentzündung und Halsgeschwüren, Zahngeschwüren und lockeren Zähnen geschätzt. So verwendet Schirr (Madaus 1938) bei lockeren Zähnen zur Spülung einen Tee von Virga aurea und Nasturtium.

Im Mittelalter glaubte man, durch das Heydnisch Wundkraut „gefeyt" zu werden (= unverwundbar gemacht).

Ihre größte Anwendung findet die Goldrute aber innerlich bei Nieren- und Blasenleiden. Sie gilt als ein altberühmtes, schon seit dem Mittelalter bekanntes Diureticum. Ihr 10%iger Aufguß wird tassenweise gegen Blasen- und Nierenleiden, Gries und Sand getrunken. Als Tagesdosis werden 13—15 g Droge angegeben. Statt dessen nimmt man auch einen Goldrutenwein dagegen. Ebenso wird die Goldrute als Tinktur von Rademacher (1843) und anderen mehrmals täglich bei Nierenleiden verordnet. Gleichfalls gebraucht Rademacher den wäßrigen Auszug aus Solidago bei chronischer Nephritis und lobt sie bei Asthma uraemicum. In der von Murbeck empfohlenen Zusammensetzung mit Radix Ononid. spinos. hat Rademacher keine besonders wohltätige „Heimlichkeit" bemerken können.

Die Goldrute gilt weiter als Heilmittel bei fieberhafter Erkrankung, die dunklen, trüben Urin zeigt und zur Nierenschrumpfung führt. Der Tee wird weiter genommen gegen durch Nierenleiden verursachte Gichtanfälle, Harnverhaltung, Brightsche Krankheit, Wassersucht und Albuminurie. Das gepulverte Kraut mit der Wurzel wird ebenfalls gegen Wassersucht löffelweise empfohlen. Diese Anwendung mit der Wurzel, die von Mascarel (Geissler u. Möller 1890) verordnet wird, war auch schon im Mittelalter als harntreibend bekannt. Weiter benutzt man Goldrute gegen unwillkürlichen Abgang von Urin und Bettnässen. Diese Anwendung war nach Angabe des Württembergischen Arzneibuches von 1848 auch bei den Kosaken gebräuchlich.

Nach Beobachtungen von Schenk (1936) wirkt die Goldrute besonders bei plötzlichem Versagen der Nieren bei sonst völliger Gesundheit. Diese Nierensperre, die sich lebensbedrohlich auswirken kann, wird durch Solidago gebrochen, wenn die Nieren vorher gesund und noch nicht entzündet waren. Schenk regt nach dieser Beobachtung sogar an, die Goldrute nur in diesem Falle anzuwenden und bei allen anderen Krankheiten zu vernachlässigen, bei denen sie vor anderen Mitteln nichts voraus habe.

Das gepulverte Kraut, mit Eigelb verrührt, wird nach Brestowski (1896) gegen Herzwassersucht gebraucht.

Bei Keuchhusten wird es schon früh gelobt. Eingenommen wird die Goldrute auch gegen Asthma. Sie wird nach Madaus (1938) bei nervösem Bronchialasthma mit verminderter Urinmenge und heftigem Schwitzen gepriesen. Man gibt Solidago ferner innerlich bei Husten, chronischem Katarrh mit reichlichem Auswurf und gegen Croup und akute Exazerbation der Tuberkulosis pulmonum.

Ein 10%iger wäßriger Aufguß der Goldrute wird gegen Arthritis, Rheumatismus und gichtische Anfälle getrunken. Ein derartiger Aufguß gilt im Volke als schweißtreibend und wird auch deswegen angewandt.

Weiter wird die Goldrute bei innerlichen Blutungen und auch bei Menorrhagie mit gleichzeitig bestehendem Nierenleiden genommen.

Das Kraut allein und früher zusammen mit der Wurzel wurde auch als Carminativum gebraucht und als Excitans-Digestivum. Es gilt weiter als Nervinum und Excitans.

Ebenso wird Herba Virgae aureae angewandt bei fieberhaften gastrischen Affektionen, wenn bei deutlicher Besserung des Zustandes der Harn dunkel gefärbt und trübe entleert wird.

Auch gegen Durchfall und Ruhr nahm man es. So hören nach Leclerc (Madaus 1938) bei Enteritis und Colitis mucosa die Diarrhöen auf, und die Darmschmerzen lassen nach. Auch auf die dysenterieähnlichen Entleerungen mit Tenesmen eines Phthisikers und auf die Zahnungsenteritis der Kinder wirkt Solidago nach Leclerc günstig.

Eine weitere Anwendung erfolgt bei Gelbsucht und bei Leberschwellung. In Dänemark nimmt man die Goldrute auch gegen Leber- und Milzleiden.

Daneben wird die Verwendung gegen Diabetes, Blutspucken und Skrofulose erwähnt.

Zickgraf (1929) empfiehlt bei Phlebitis das Decoct von Rhizoma Filicis äußerlich im Wechsel mit Solidago Virga aurea.

In der Homöopathie wird die Goldrute schon 1799 von Samuel Hahnemann erwähnt.

Hier wird sie verwendet bei Nierenerkrankungen, Phosphaturie, Gicht und Prostatahypertrophie.

Schmidt (1930) nennt als Verwendungsform eine Essenz aus frischen Blüten mit einem Arzneigehalt von 1 : 3. Denselben Gehalt für die Essenz geben auch Madaus (1933) und das Homöopathische Arzneibuch von Schwabe (1934) an, während die Ausgabe A des Homöopathischen Arzneibuches von Schwabe (1901) eine Essenz mit einem Arzneigehalt von 1 : 6 vorschreibt. Auch Stauffer (1928) läßt die Essenz aus frischen Blüten mit dem Arzneigehalt 1 : 6 bereiten.

Meist gebraucht werden die Urtinktur und ihre tieferen Potenzen.

Da eine klinisch-homöopathische Prüfung der Goldrute bisher fehlt, bezieht sich die Anwendungsart für die Homöopathie auch nach dem neueren Schrifttum vor allem auf Rademachers Erfahrungsheillehre (1843). Auf diese bezieht sich auch Stauffer (1928), der die ausführlichste Beschreibung für die Anwendung der Goldrute in seiner klinisch-homöopathischen Arzneimittellehre gibt:

„Homöopathisch ist das Mittel nicht geprüft. Nach therapeutischen Beobachtungen wirkt es primär auf die Nieren; es ist ein Kanalisationsmittel. Das Diureticum Rademachers bei chronischer Nephritis und Asthma uraemicum, bei Arteriosklerose mit Zirkulationsstörungen und Oedemen, bei Gelenkentzündungen chronisch-gichtisch-rheumatischer Art. Bei Menorrhagien infolge von Nierenleiden. Langwierige Ekzeme als Begleiterscheinung von Gicht- und Nierenleiden. Gastrische Fieber, wenn bei Besserung des Zustandes der Harn dunkel und trüb entleert wird (Rademacher).

Dosis: Die Essenz dreimal täglich 5—10 Tropfen wirkt gut harntreibend, das gleiche gilt von den niederen Verdünnungen (1—2). Rademacher gab wäßrige Auszüge aus der ganzen Pflanze. Ein Tee aus den Blüten macht die gleiche Wirkung. Die Goldrute ist als ein hochwertiges, organspezifisches Mittel, als ein erstklassiges Nierenfunktionsmittel zu erachten, das zu selten gebraucht wird."

Für die biologische Praxis führt Madaus (1933) Aschner an, der die Goldrute eines der allerstärksten Diuretica, welches auch steinlösend

wirkt, nennt. Aber auch die biologische Praxis stützt sich vor allem auf Rademacher.

Zu dem von Madaus hergestellten „Teep"-Präparat wird die frische, blühende Pflanze ohne Wurzel benutzt. Die „Teep"-Zubereitung ist auf 50% Pflanzensubstanz eingestellt. Virga aurea ist weiter enthalten in: Acid. benz. Oplx., Herba santa Oplx. und Berberitzentee.

In der spagyrischen Arzneimittellehre wird Solidago ebenfalls bei Störungen der Nierenausscheidungen gebraucht. Ihre Anwendung liegt, wie in der Allopathie, bei chron. Nephritis, Asthma uraemicum und vor allem bei Nierensteinen. Gegeben werden mehrmals täglich 10 Tropfen der spagyrischen Essenz in einem Eßlöffel Wasser.

Als Mittelbild, bei dem die Anwendung angezeigt ist, wird angegeben:

„Dumpfer Kopfschmerz und dick belegte Zunge in Verbindung mit Nierenleiden. Druckempfindlichkeit in der Nierengegend, Urin spärlich, dunkel, schleimig, satzig. Schwierige Urinentleerung, namentlich bei alten Männern infolge Prostatahypertrophie."

Solidago ist in Zimpels „Fundamental-Gefäßentzündungs- oder Blutmittel" enthalten.

Auch technische Anwendung fand die Goldrute. So gewann man nach Schlechtendahl aus ihren Blättern und Blüten eine schöne gelbe Farbe.

Die Blätter sollen früher auch ein Teesurrogat geliefert haben.

Ebenso ist die Goldrute zu Verfälschungen benutzt worden. So wurden die Blätter einmal als Substitution von Folia Belladonna beobachtet. Der Wurzelstock ist als Verfälschung von Rhizoma Arnicae angegeben.

Pharmakologie der Wirkstoffe.

Untersucht man jetzt, inwieweit der Gebrauch der Goldrute bei diesen Krankheiten durch die bei den chemischen Analysen festgestellten Inhaltsstoffe gerechtfertigt scheint, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Nach den chemischen Analysen, die einen hohen Gehalt an Saponinen und Gerbstoff ergaben, ist die Goldrute zu den Saponin- und Gerbstoffdrogen zu rechnen. Diese beiden Faktoren dürften demnach auch vor allem ihr Anwendungsgebiet bestimmen.

Die Saponine verursachen eine Reizung aller Schleimhäute.

Am bekanntesten und heute verbreitetsten ist die Wirkung der Saponindrogen als Expectorans.

Die frühere Verwendung der Saponindrogen als Diureticum bei gestörtem Wasserhaushalt des menschlichen Organismus ist nicht ohne weiteres auf das Saponin zurückzuführen, da reine Saponindrogen nach Kofler (1927) nur eine geringe Steigerung der Harnmenge hervorrufen und auch sonst ein rasches Nachlassen der diuretischen Wirkung beobachtet ist. Demgegenüber aber ist daran zu denken, daß Saponindrogen durch die Fähigkeit des Saponins, eine größere Permeabilität anderer, evtl. hydrämisch wirkender Stoffe zu verursachen, als Diuretica doch ihre Berechtigung haben können, zumal auch bei der Goldrute diese Wirkung immer wieder hervorgehoben wird. Auch die Peristaltik des Magens und Darms wird vielleicht durch diese Reizwirkung angeregt. Ernährungsphysiologisch können sich Saponine im allgemeinen noch günstig dadurch auswirken, daß die Resorbierbarkeit der Nahrungsmittel erhöht wird.

Nach allem diesem mag die Verwendung der Goldrute als Expectorans, Diaphoreticum, Diureticum, Digestivum, Carminativum berechtigt sein.

Als zweiter, das Anwendungsgebiet beeinflussender Faktor ist wohl der Gerbstoffgehalt anzusehen. Auf ihm mag die Anwendung vor allem bei Wunden und Geschwüren als Adstringens beruhen. Durch Eiweißfällung bewirkt der Gerbstoff eine Gerbung der Haut und damit eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen von Krankheitserregern und ihren Toxinen. Das Goldrutenkraut vermag dadurch heilungsfördernd zu wirken.

Ob den sonst noch in der Goldrute enthaltenen Inhaltsstoffen, wie der Pflanzenbase, den Mineralbestandteilen usw., ebenfalls eine spezifische Wirkung zukommt, oder ob diese ohne größeren Einfluß sind, und inwieweit sich das Saponin, der Gerbstoff und das ätherische Öl gegenseitig beeinflussen oder in ihrer Auswirkung von diesen übrigen „Ballaststoffen" abhängig sind, ist nicht bekannt.

Die bei der Anwendung beschriebenen Indikationen lassen sich aber, wie oben dargelegt, zum großen Teil durch die Anwesenheit der angeführten Stoffe erklären.

Damit dürfte wohl die bislang im Volke und früher auch von den alten Ärzten geübte Anwendung der Goldrute eine gewisse Berechtigung haben.

Selbstversuch.

Zur Prüfung der pharmakologischen Wirkung der Droge wurde vom Verfasser an sich selbst ein Versuch mit der Urtinktur vorgenommen. Der Versuch stand unter der Leitung von Dr. med. I. Krieger. Er wurde begonnen mit dem Einnehmen von dreimal täglich 5 Tropfen; die Menge wurde alle fünf Tage um je 5 Tropfen gesteigert bis auf dreimal täglich 45 Tropfen. Während der Versuchsdauer zeigten sich keine Symptome, die ein klareres Bild für die pharmakologische Wirkung der Goldrute ergeben hätten. Es wurde lediglich das Auftreten von leichtem Fieber, Nachtschweißen, Schmerzen in der Nierengegend und stärkeren Magenschmerzen beobachtet.

Nach einem halben Jahr wurde der Versuch, ebenfalls mit negativem Ergebnis, wiederholt.

Gebräuchliche und vorgeschlagene Drogenformen.

Früher wurden von der Goldrute alle Teile verwandt; zumeist die ganze oberirdische Pflanze mit ihren Blüten oder auch nur die blütentragenden Stengel. Aber auch die Blätter, frisch sowohl wie getrocknet, sind allein gebraucht worden. Nach einigen Notizen nahm man früher auch schon die Wurzel und sogar die Samen.

Heute ist nur noch die vom Ergänzungsbuch V zum Deutschen Arzneibuch VI vorgeschriebene Droge im Handel, die aus dem blühenden, getrockneten Kraut von Solidago virga aurea L. bestehen soll. Da die Untersuchungen im chemischen Teil ergaben, daß die unteren Stengelteile den geringsten Gehalt an den pharmakologisch wichtigen Inhaltsstoffen besitzen, sollte eine gute Krautdroge nur aus dem oberen, Blüten tragenden Teil der Pflanze bestehen.

Nach dem Homöopathischen Arzneibuch 1934 werden zur Herstellung der

Urtinktur von Solidago virga aurea L. lediglich die frischen Blüten verwandt.

Die unterirdischen Organe (im folgenden einfach Wurzel genannt) werden heute nicht mehr gehandelt. Gerade diese zeigten aber in den chemischen Analysen einen höheren Gehalt an Saponin und ätherischem Öl (bis 1,2%), und auch ihr Gerbstoffgehalt lag in der gleichen Höhe wie der des blühenden Krautes (etwa 10%). Deswegen wird vorgeschlagen, die Wurzel mit in die Droge hineinzunehmen oder sie sogar allein zu verwenden, wie es früher schon zeitweilig geschehen ist. Da Richter bei seinen Untersuchungen über die Schwankungen des Saponingehaltes bei verschiedenen Pflanzen feststellte, daß der Gehalt an Saponin in der Goldrute morgens weitaus am höchsten ist, müßte, wie er selber schon vorschlägt, die Wurzel morgens gegraben werden.

Galenische Präparate und ihre Untersuchung.

Wie aus den vorhergehenden Abschnitten erhellt, wird die Goldrute in verschiedenen Arzneiformen angewandt. Im folgenden wurden mehrere galenische Präparate auf ihren Gehalt an Inhaltsstoffen untersucht. Hierdurch sollte festgestellt werden, inwieweit sich bei den einzelnen Zubereitungsarten die Inhaltsstoffe der Droge erfassen lassen.

Untersuchungen in dieser Richtung liegen bisher noch nicht vor. Kroeber (1925) gibt bei seinen Untersuchungen von Fluidextrakten verschiedener Drogen auch für einen Extrakt von Solidago virga aurea L. folgende Daten an: Spec. Gewicht bei 19° = 1,034, Trockenrückstand = 16,97%; Mineralbestandteile = 1,90%; hämolytischer Index = 1 : 3600 (Menschenblut).

Madaus (1938) bestimmte für einen wäßrigen 10%-Auszug folgende Daten: 1. heiß angesetzt: Extraktgehalt 1,78%; Glührückstand: 0,34%; 2. kalt angesetzt: Extraktgehalt: 1,84%; Glührückstand: 0,35%. Diese Untersuchungen konnten im folgenden zum Teil bestätigt werden.

Als Ausgangsmaterial für die eigenen Untersuchungen wurden verwendet:

1. Die vom Ergänzungsbuch V des D. A. B. VI vorgeschriebene Droge (blühendes, getrocknetes Kraut, eigene Ernte 1937) (Herb.);
2. die im Homöopathischen Arzneibuch vorgeschriebenen frischen Blüten;
3. die getrockneten, unterirdischen Organe des blühenden Krautes (eigene Ernte 1937), da diese in den Untersuchungen des allgemeinen chemischen Teiles ebenfalls einen hohen Gehalt an Wirkstoffen ergaben (Rad.).

Zur Herstellung aller Präparate war das Material grob gepulvert (pulv. gross.), bis auf die frischen Blüten, die zerschnitten und zerquetscht wurden.

Aus diesem Material wurden verschiedene Präparate nach folgenden Vorschriften angefertigt:

Wäßrige Auszüge.

Die Drogenauszüge wurden alle 5%ig angefertigt. Das Infusum (D. A. B. VI) und das Decoctum (D. A. B. VI) wurden in einem Infundierapparat mit einer Porzellanbüchse angesetzt, in der das Wasser eine Temperatur von 92° Celsius hatte.

Alle Auszüge wurden ausgepreßt und durch Watte filtriert. Das verdampfte Wasser wurde ergänzt. Zur Mazeration wurde die Droge mit kaltem Wasser 12 Stunden bei Zimmertemperatur in bedecktem Gefäß unter öfterem Umschütteln stehen gelassen. Die Mazeration wurde danach ausgepreßt und durch Watte filtriert. Das verdunstete Wasser wurde ergänzt.

Weingeistige Auszüge.

Aus 200 g Droge wurde ein Fluidextrakt mit 30%igem Alkohol folgendermaßen hergestellt:

40 g Droge wurden mit 15 g Alkohol befeuchtet und 48 Stunden stehen gelassen. Danach wurde sie im Perkolator mit 185 g Alkohol versetzt und weitere 48 Stunden stehen gelassen. Hiernach wurde perkoliert, und zwar so, daß alle 2 Minuten 1 Tropfen ablief. Die ersten 40 g der ablaufenden Flüssigkeit wurden als erster Vorlauf beiseite gesetzt. Die danach noch abtropfende Flüssigkeit wurde als erster Nachlauf aufbewahrt. Dann wurde mit 40 g Alkohol nachgedrängt und die Droge ausgepreßt, so daß insgesamt 200 g Nachlauf erhalten wurden. Weitere 40 g Droge wurden dann mit 15 g dieses Nachlaufs durchfeuchtet, nach 48 Stunden in den Perkolator gefüllt und mit dem ganzen Nachlauf versetzt. Nach weiteren 48 Stunden wurde mit der Perkolation begonnen (2 Tropfen in der Minute). Die ersten 40 g wurden wieder abgenommen und mit dem Vorlauf der ersten Perkolation vereinigt. Das weiter Ablaufende wurde wieder mit dem zum Nachdrängen zugesetzten Alkohol (40 g) zum Nachlauf vereinigt. Dieser Vorgang wurde noch dreimal mit der restlichen Droge (120 g) wiederholt. Die vereinigten 5 Vorläufe (200 g) stellten das Fluidextrakt dar.

Aus den frisch gesammelten Blüten wurde eine Urtinktur nach der Vorschrift des H. A. B. angefertigt (zur Essenz nach § 3).

Zur Herstellung der Tinkturen wurden die Drogen mit Alkohol angesetzt und vier Wochen unter häufigem Umschütteln stehen gelassen. Danach wurden die Auszüge abgepreßt und filtriert.

Diese Präparate und außerdem eine Urtinktur des Handels wurden nun im folgenden untersucht auf:

Extraktgehalt:

Etwa 10 g des Präparates wurden in einem gewogenen Porzellantiegel genau gewogen und auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Der eingetrocknete Rückstand wurde bei einer Temperatur von 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und zur Wägung gebracht.

Gehalt an Mineralstoffen (Aschegehalt):

Der oben erhaltene, getrocknete Extrakt wurde nach seiner Wägung in demselben Tiegel verascht. Die aufgeführten Werte geben den prozentualen Mineralstoffgehalt der Präparate an.

Gerbstoffgehalt:

20 g des Präparates wurden auf dem Wasserbad zur Trockene in einer Porzellanschale eingedampft. Der Rückstand wurde mit heißem Alkohol (96%) aufgenommen und kalt vom Ungelösten abfiltriert. Die alkoholische Lösung wurde mit 60 ccm Äther versetzt und einmal mit 30 ccm Wasser und danach zweimal mit je 15 ccm Wasser ausgeschüttelt. Die vereinigten Ausschüttelungen wurden auf ca. 20 ccm eingedunstet, in der Kälte mit 0,5 ccm verdünnter HCl versetzt, in einen konstanten Porzellantiegel filtriert, auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft und danach bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und zur Wägung gebracht.

Bei Tinkturen mit hochprozentigem Alkoholgehalt (90%) war — wie in Vergleichsanalysen festgestellt wurde — ein Eindunsten der Tinktur auf dem Wasserbad und ein Wiederaufnehmen mit 96%igem Alkohol unnötig. Die Tinktur konnte gleich zur Gerbstoffbestimmung mit Äther und Wasser ausgeschüttelt werden.

Gehalt an petrolätherlöslichen Stoffen:

50 g des Präparates wurden in einem Scheidetrichter dreimal mit je 70 ccm Petroläther ausgeschüttelt. Zur Vermeidung der Emulsionsbildung wurde bei den wäßrigen Auszügen Alkohol zugesetzt. Die vereinigten Petrolätherausschüttelungen wurden auf dem Wasserbad abdestilliert und der Rückstand bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Weiter wurden die Präparate untersucht auf das Vorhandensein reduzierender Stoffe durch Kochen mit Fehlingscher Lösung, auf die Reaktion gegen Lackmus, auf hämolytische Eigenschaften, auf das Verhalten beim Verdünnen mit destilliertem Wasser auf das doppelte Volumen, bei Zusatz von Bleiazetat und Bleiessig, Eisenchlorid und Eisenalaun, auf Farbunterschiede bei Tageslicht und unter der Analysen-Quarzlampe.

Inhaltsstoffe der galenischen Präparate in % und ihre Eigenschaften.

Präparate	Extrakt-gehalt	Asche-gehalt	Gerbstoff-gehalt gefd.	Gerbstoff-gehalt errechn.	Petrol.-äther lösl.St.	Zusatz von H_2O dest. (aa)	Farbe bei Tageslicht	Farbe unter der Quarzlampe
Infus. Herb.	1,10	0,13	0,34	0,50	Sp.	—	schmutzig-braun	lila-braun
Decoct. Herb.	1,25	0,14	0,35	0,50	Sp.	—		
Mazerat. Herb.	0,94	0,12	0,26	0,50	Sp.	—		
Fluidextr. (Alkoh. 30%)	7,50	1,35	2,70	10,80	Sp.	fast klar	rotbraun	braun
Ø (Vorschr. d. H.A.B.)	1,65	0,22	0,88	1,0	0,22	Opal-eszenz	gelb-bräunlich	grau-matt
Ø (Handel)	3,30	0,27	1,25	—	0,27	Opal-eszenz	gelb-grünlich	violett
Tct. Herb. 10 % (Alkoh. 90%)	0,85	0,04	0,51	1,0	0,04	Opal-eszenz	hellgrün	lila-weinrot
Tct. Rad. 10% (Alkoh. 90%)	1,29	0,04	0,73	0,99	0,12	klar	gelb	matt-violett
Tct. Rad. 20% (Alkoh. 90%)	2,37	0,04	1,37	1,98	0,35	Trübg.	dunkel-gelb	
Tct. Rad. 10% (Alkoh. 45%)	1,86	0,14	0,68	0,99	0,05	klar	gelb-bräunlich	
Tct. Rad. 20% (Alkoh. 45%)	3,67	0,24	1,10	1,98	0,10	Trübg.		

Sp. = Spuren, unter 0,01%.

Von den wäßrigen Auszügen hatte das Decoct den höchsten Extrakt- und Aschegehalt, die Mazeration den geringsten. Die Asche aller wäßrigen Auszüge hatte eine bläulich-grüne Farbe. Der Gerbstoffgehalt lag beim Decoct und Infus ziemlich gleich. Errechnet man aus dem bei den chemischen Analysen gefundenen Gerbstoffwert für die Droge den höchstmöglichen Gehalt des wäßrigen Auszuges, so sieht man, daß der Gerbstoff hier bis zu 75% erfaßt wird, während er bei der Mazeration nur zu 50% ausgezogen wird. Der hämolytische Index der Mazeration betrug nur etwa 35% von dem des Infuses und Decoctes. Hieraus geht hervor, daß für die Praxis ein Decoct wohl die beste Anwendungsform der wäßrigen Auszüge darstellt.

Die wäßrigen Auszüge schäumten sehr stark und gaben mit Eisenchlorid eine starke Grünfärbung. Mit Bleiazetat entstand eine starke Fällung, das fast

wasserklare Filtrat dieser Fällung schäumte stark und gab auf Zusatz von Bleiessig eine starke Gelbfärbung und schwache Trübung. Wurde das schwach saure Decoct vor der Bleiazetatfällung mit Natriumbikarbonat neutralisiert, so gab auch das Filtrat der Bleiazetatfällung mit Bleiessig einen stärkeren Niederschlag.

Das Fluidextrakt, das in auffallendem Licht dunkelrot-braun und in durchscheinendem Licht rot war, ergab von allen Präparaten die absolut höchsten Werte. Allerdings wurde bei diesem Verfahren die Droge im allgemeinen am schlechtesten ausgenutzt. So betrug der Gerbstoffgehalt des Fluidextraktes nur 25% von dem theoretisch möglichen Wert. Die Asche hatte ebenfalls eine bläulich-grüne Farbe und löste sich in Wasser mit einer leicht rötlichen Farbe auf. Das Fluidextrakt zeigte eine starke hämolytische Wirkung, auch mit der Cholesterinschrankenmethode.

Die ausgezogene (perkolierte) und getrocknete Droge wies keinerlei hämolytische Wirkung mehr auf; es scheint also lediglich das Saponin vollständig in das Extrakt gegangen zu sein. Interessant ist, daß eine wäßrige Abkochung der extrahierten getrockneten Droge noch ein starkes Schaumvermögen besaß, woraus hervorgeht, daß das Schaumvermögen der Goldrute wohl nicht allein an das Saponin gebunden ist.

Der Geruch war würzig-aromatisch, der Geschmack aromatisch-kratzend.

Auf Zusatz von wenig Wasser blieb das Fluidextrakt klar. Beim Versetzen mit dem doppelten Volumen Wasser trat eine Trübung ein, während Kroeber bei seinem Fluidextrakt einen ansehnlichen hellbraunen, in HCl unlöslichen, in NaOH und NH_3 leicht löslichen Niederschlag feststellte. Beim Versetzen des Extraktes mit Alkohol bildete sich — analog der Untersuchung von Kroeber — ein brauner Niederschlag, der in Natronlauge löslich war. Auf Zusatz von Eisenchloridlösung färbte sich das Fluidextrakt dunkel-braun leicht grünlich. Bleiazetat rief eine Fällung hervor. Das klare Filtrat dieser Fällung gab mit Bleiessig eine Fällung von schwefelgelber Farbe.

Es wurde weiter eine homöopathische Urtinktur untersucht, und die Ergebnisse wurden mit einer aus dem Handel bezogenen Tinktur verglichen. Auffälligerweise ergab sich, daß die ∅ des Handels den doppelten Extraktgehalt hatte; auch die anderen Werte lagen bei dieser bedeutend höher.

Für die Urtinktur gibt das Homöopathische Arzneibuch zur „Charakteristik der Arzneiform" außer einem Kapillarbild und den allgemeinen Beschreibungen nur noch folgendes an: opalisierende Trübung beim Versetzen mit gleichem Raumteil Wasser; schmutzig-braune Färbung durch Eisenchloridlösung und Reduktion von Fehlingscher Lösung. Diese Prüfungen wurden bei beiden ∅ bestätigt.

Von den Tinkturen wiesen die mit Alkohol (45%) hergestellten gegenüber den mit Alkohol (90%) angesetzten einen höheren Extrakt- und Aschegehalt auf, aber einen niedrigeren Gehalt an Gerbstoff und petrolätherlöslichen Stoffen. Von den Tinkturen gaben die der Wurzel in allem die höheren Werte. Auffälligerweise war der Aschegehalt bei allen mit Alkohol (90%) angesetzten Tinkturen gleich hoch.

Sämtliche Präparate reagierten sauer und reduzierten Fehlingsche Lösung. Mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnt schäumten sie mehr oder weniger stark. Ein Hämolyseversuch verlief bei allen Präparaten positiv.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Abkochung eine sehr günstige Zubereitungsform darstellt, da sie eine gute Ausbeute der Droge gewährleistet und einfach herzustellen ist. Die weingeistigen Auszüge dürften ihnen gegenüber allerdings den Vorteil des höheren Gehaltes an ätherischem Öl und der längeren Haltbarkeit besitzen. Das Fluidextrakt hat sich als das für die Ausbeute der Droge unwirtschaftlichste gezeigt.

Wie schon oben erwähnt, ist es aber vor allem wichtig, daß die Wurzel wegen ihres hohen Gehaltes an Wirkstoffen mit zur Verwendung kommt.

Rezeptanhang.

Der folgende Anhang sollte ursprünglich nur eine Zusammenstellung heute noch gebräuchlicher Rezepte bringen, in denen die Goldrute enthalten ist. Bei der Durchsicht alter Arzneibücher aber, die dem Verfasser in der ehemaligen Bibliothek des Hamburger Apothekervereins in großer Anzahl zur Verfügung standen, fanden sich so viele Rezepte mit Herba Virgae aureae, die ein schönes Bild der früheren vielseitigen und reichhaltigen Arzneizubereitung geben, daß sie deshalb mit in die Sammlung aufgenommen wurden, obwohl sie heute lediglich historisches Interesse haben. Vielleicht mag das eine oder andere von ihnen aber auch durch die Zusammenstellung der in ihm enthaltenen Drogen eine Anregung für neue Vorschriften bieten. Da die Rezepte alphabetisch aufgeführt sind, dürfte die Übersicht der heute gebräuchlichen Vorschriften durch die Aufnahme der älteren Rezepte auch kaum gelitten haben. Eine kritische Sichtung des vorliegenden Materials wurde dabei nicht vorgenommen.

Umrechnung der alten Gewichte:

Libra	=	12 Unzen	=	350,784	g
Unze	=	8 Drachmen	=	29,232	„
Drachme	=	3 Skrupel	=	3,654	„
Skrupel	=	20 Gran	=	1,218	„
Gran			=	0,0609	„

(In den alten Rezepten ist Herba Virgae aureae als Herba consolidae sarracenicae aufgeführt.)

I. *Aqua Contra Calculum* (Triller 1764).
Marchionis.
Dispensat. Brandt.
Rp:

Radicum quinque aperientium	
Acori veri	
Enulae	
Eryngii	
Liquiritiae	
Ononidis	
Peucedani	
Valerianae	aa uncias duas
Galangae minoris	unciam unam
Sanguinis cervi	drachmas sex
Hirci	
Cinnamoni acuti	
Corticum Aurantiorum	aa unciam unam
Fraxini	
Baccarum Juniperi	
Lauri	
Sem. Cicerum rubr.	aa unc. sem.
Fructuum Alkekengi	unc. unam
Dauci nostratis	unc. duas

Anisi
Malvae
Bismalvae
Citri
Foeniculi
Hyoscyami
Milii solis
Nasturcii — aa Drachm. septem
Nucleorum Cerasorum — unciam unam
Persicorum

Florum Betonicae
Bismalvae
Cardui stellati
Genistae
Ononidis

Foliorum Asari
Ononidis
Parietariae
Raphani
Saxifragiae
Herbae Adianthi
Capillorum veneris
Polytrychi aurei
Pulegii
Virgae aureae — aa manip. unum

Grosse incis. et contus. affund. suff. quant. vini Rhen. opt. stent. per dies 14 indigest. tum destill. addendo et miscendo succi Limonum recentis uncias sex.

Species, inquit Schulz, Prael. p. 28, omnes bonae sunt; sed menstrui ad extrahendum, praescripto, non aeque parent, ut promissas vires per Alembicum, possit transvehere. Interim tamen usum diureticum ac lithonthripticum habetit haec operosa Aqua, etiamsi sordidus illi Hirci Cervique Sanguis omittatur.

II. *Aqua Vulneraria* (Pharmak. Wirtemberg. 1754).
Eau d'arquebusade.
Rp:

Herb. recent. Agrimoniae
Alchemillae — aa manip. duos
Aristolochiae
Artemisiae — aa manip. quatuor
Bellidis maioris
minoris
Betunicae
Buglossi — aa manip. duos
Consolidae sarracen. — manip. quatuor
Foeniculi
Hyperici
Plantaginis utriusque
Saniculae — aa manip. duos
Salviae hortensis — manip. quatuor
Scrophulariae
Verbenae — aa manip. duos

Incisis affundantur vini spirituosi librae quadraginta, et post digestinionem per biduum, in conclavi tepido, destillentur lento igne, ex vesica ad dimidias; aqua spirituosa servetur.

Laudatur aqua haec ad contusiones, sugillationes, luxationes, ambusta, inflamationes, gangraenam praecavendam, ad vulnera, nec non ad partes roborandas. Sunt, qui etiam interne adhibere solent, ad flatus et tormina discutienda, spirituosa enim est et aromatica.

Descriptio est e Dispensatorio Brandenburgico, atque pro genuina habetur, idcirco in officina aulica regia usualis.

III. *Aqua Vulneraria Roederi* (Triller 1764).
Rp:

Herbae Gallitrichi	
Pyrolae	
Vincae per vincae	
Consolidae sarracen.	aa libram unam
Matrisilvae	
Saniculae	
Veronicae	
Alchemillae	
Hederae arboreae	
Artemisiae	aa manip. semis.
Albi Graeci mense Majo collect.	Drachm. sex
Scobis ligni Guajac.	unciam unam
Pulmonariae maculos	manipul. unum semis
Cerevisiae Veteris et acidul	mensuras decem

Stent in digestione per quatuordecim dies, postea destillentur per Vesicam, et reserventur, pro usu, in Vitris bene cera munitis et obturatis.

Neque huic aquae vulnerariae Roederi Vires suae desunt traumaticae et salutiferae: quae tamem, a selectis potius herbis traumaticis, paregorieis et anodynis, ipsi accedunt, quam quidem ab adiecto illo insulso et inficeto Condimento, seu rectius, purgamento conino, et quidem, quod probe notandum et suavius videndum, mense Majo collecto; cur enim istud foedum ejectamentum Mense potissimum Majo, melius et salutarius sit, causam equidem ac rationem veram exputare haud valeo. Scio quidem, amoenissimo illo et apelleo quasi, totius Anni Mense, omnia in hortis, agris et saltibus, laetius florere ac vigere, et mille coliribus pingi, diversamque efflari, totamque Naturam juvenescere quasi ac ridere: An vero eo ipso jucundissimo Anni tempore, ille etiam sordidus aridusque flos, de cane saturo caducus, ut ita loquar, aspectu sit gratior, odore suavior, sapore dulcior, et salutari denique effectu praestantior, exquirant quaeso diligentius, nobisque certius aperiant harum reconditarum lautitiarum cupidi, aut jam experti.

IV. *Cataplasma insigne ad Enterocelen, & alias Rupturas, seu Hernias* (Zwelfer 1693).
Rp:

Rad. Consolidae major. recent. mundat et consciss.	libram unam
Herb. Saniculae rubrae, cum radicibus, recent.	libram semis
Herb. recent. *Consolid. sarracen.*	uncias tres
Fol. recent. Quercus	
Pyrolae	
Perfoliatae	aa uncias duas

Incisa omnia coquantur in s. q. Aqu. simpl. repetitis vicibus affusae, quousque tota virtus et mucilago extracta sit. Colaturae omnes unitae, adremanentiam circiter librarum duarum, & consistentiam mucilagineam, seu Gelatinam, evaporent: cui immisce

Pulv. Rad. Tormentillae	unciam unam semis
Aristolochiae rotundae	
Flor. Rosarum rub.	
Ballaustiorum	
Sem. Perfoliatae	
Mastichis	
Myrrhae	
Olibani	
Sangv. Draconis	
Nuc. Cupressi	aa unciam unam
Sarcocollae	drachm. sex

Coquantur denuo, lento igne, parum, continuo agitando, ad consistentiam Cataplasmatis mucilaginosi mollioris: quod in olla asservandum, & singulis diebus bis, & quidem calide, linteolo raro involutum, regioni partis affectae, seu ruptae, applicandum est; intestinis, sive omento, prius in situm, seu locum suum, repositis, ac impedimento cinguli, ac ligaturae, praecauto, ne illa amplius prorumpant. Quamobrem Patiens quietus, & sine motione, in

lecto, capite paulo supinus, recubare, & per unam alteramve septimanam in illo situ se detinere debet.

V. *Decoctum Antiphthisicum* (Zwelfer 1693).
Rp:

Radic. recent. Zichorii sylv.	unc. duas
Enulae	unciam unam semis
Symphyt. major.	unciam unam
Pimpinellae	
Saniculae	aa unciam unam semis
Ireos Fluor.	
Liquiritiae	℞ unciam unam
Herb. recent. *Consolidae Saracen.*	
Veronicae	
Hederae terrestris	
Millefolii	
Nasturcii aquar.	
Farfarae	
Pulmonar. macul.	aa manip. unum sem.
Flor. recent. Papaveris erratic.	
Rosarum rubr.	aa manip. duos

Incisa coquantur in libris decem Seri Lactis Caprini, vel Vaccini, recenta facti, et prope depurati, ad remanentiam librarum octo, fiat post colatura cum forti expressione, colatum cum alb. ovi optime clarificetur: Clarificato vero Decocto adhuc ferventi injiciantur.

Conserv. Rosarum rubr.	
Papaveris erratic.	aa unciae duae
Violarum Martialium	unciae quatuor
cum refrixerint, denuo colentur, addaturque	
Mellis puri virginei nunqu. cocti	libra una
Spiritus sulfuris	scrup. semis
M. fiat potus gratus	

In affectibus pectoris, Exulcerationibus pulmonum, eorumque Vulneribus et Vomica, nec non in Sputo sanguinis salutare remedium est; Cujus singulis horis matutinis et vespertinis unciae sex calidae et interdiu tantumdem potandae.

VI. *Decoctum contra sputum sanguinis* (Zwelfer 1693).
Rp:

Radic. Acetosae	
Bardanae maj.	
Papaver. erratic.	
Pentaphylli	
Plantaginis minor.	
Tormentillae	aa unciam unam
Cichorii sylv.	unciam unam semis
Herbar. Hederae terrestr.	
Equiseti	
Plantaginis minor.	
Portulacae	
Sanguisorbae	
Virgae aureae	℞ manip. unum semis
Flor. Rosarum rubearum	
Verbasci	℞ manip. unum
Papaveris erratici	manip. unum semis
Baccarum Myrtillorum	unciam semis
Capit. Papaver. alb. cum seminibus	numero V
Ligni Santali rubri	drachmas sex
Mastichis el.	
Olibani	drachmas duas

Incisa et contusa crassiuscule coquantur in Aqu. simpl. s. q. ad remanentiam librarum sex; Colaturae clarificatae, dum adhuc fervet injiciantur.

Conserv. Rosar. rubr. — unciae tres
Papaver. erratic. — unciae duae
Flor. Cichorii — uncia una
Spiritus vitrioli — gutt. XV vel XX

factaque digestione horis aliquot, denuo coletur, colaturae adde

Syr. Corallini nostr. — uncias duas vel tres

misceantur pro potu sanguinem Spuentibus et Dysenteria laborantibus.

VII. *Diacodion contra Sputum sanguinis* (Zwelfer 1693).
Rp:

Rad. recent. Acetosae — unciam unam
Cichorii sylv. — unciam unam semis
Lapathi acuti
Papaver. erratici
Pentaphylli
Plantag. minor.
Tormentillae — aa unciam
Herb. recent. Auriculae muris
Bursae pastor.
Cichorii sylvestris
Plantag. minor.
Vincae pervincae
Virgae aureae — aa manip. duos
Flor. recent. Rosarum rubr. — unc. duas
Papaver. errat. — unciam unam semis
Santali rubri — drachmas sex

Incisa coquantur in s. q. Aqu. simplicis repetitis vicibus affusae, quo ad tota eorum virtus extracta sit, colaturae omnes album ovorum clarificatae ad libram unam circiter evaporent, et, additis succis sequentibus, ut pote:

Succor. Cichorii sylv.
Millefolii
Plantag. minoris
Sempervivi majoris — ana depurator unciis sex.

Interim asserventur: tum

Sem. Papaver. albi
Melonum excort. — aa unciam unam
Paeoni excort.
Portulacae — aa unciam semis.

Contundantur minutissime in Mortario ad formen pulticulae, addita portiuncula superioris, Decocti vel Aquae Rosarum, et per setaceum transmittantur. Ad instar pulpae, qua interim etiam servata, accipe Decoctum superius eum succis expressis asservatum, ac cum Sacchari Canar. Albi libris duabus, ad Syrupi consistentiam, paulo tamen crassiorem, percoque; cui Syrupo tandem immisce.
Pulpam seminum superius asservatam, item:

Pulv. Boli Armen. praep.
Corall. rubr. praep.
Lapid. hämatid.
Sanguin. Draconis
Olibani — aa unciam semis
Lapid. Corneol. praep. — drachmas duas
Croci opt. Austr. — drachm. unam semis

Elaeosacch. Nuc. Moschat. cum Ol. expr. facti unc. duas.
Fiat omnibus probe mixtis s. a. Diacodion.
Praestans in Sputi sanguinis a quacunque causa ortum duxerit; abstergit, conglutinat, et oscula venarum claudit. Dosis Drachmae duae ad unciam semis.

VIII. *Emplastrum ad Rupturas, seu Hernias* (Zwelfer 1693).
Rp:

Pulv. Rad. Cyperi rotundi
Tormentillae
Bistortae

Saniculae — aa unciam semis
Symphyti major. — unciam unam semis
Herb. recent. Perfoliatae
Pyrolae
Hypericae floresc.
Consolidae saracen.
Fol. recent. Quercus, — ana subtilissime consciss. &
contusorum ad pultos formam — unc. unam semis
Pulv. Flor. Rosarum rubr.
Balaustiorum
Sem. Perfoliatae
Nuc. Cupressi
Calicum gland. Quercus
Olibani
Sarcocollae
Sanguinis Draconis
Aluminis usti — aa unciam semis
Lapid. Hematit. — drachm. sex

Coquantur cum s. q. Decocti fortissimi Glandium arboris Laricis, sive Abietis (vulgo weiße Dannzapffen oder Cronfähren) cum Vino rubro facti, ad Cataplasmatis sat solidam consistentiam, ne manibus adhaereat; cui, ab igne remoto, adde sequentia invicem jam tum liquefacta: ut pote,

Terebinthinae clarae — uncias quatuor
Cerae novae odoratae — uncias XV
Gummi Mastichis — uncias tres
Elemi
Tacamahacae — aa uncias duas

Balsami n. Martialis Vulnerarii, cum Ol. Terebinth. rubro parati, et superius, in classe de Oleis coctis,

edocti — unciam unam semis

Fiat Emplastrum mollioris nonnihil consistentiae, ad insta Cataplasmatis durioris, vesicae inclusum asservandum.

Praestans Emplastrum, ad Hernias sanandas, sive Enterocele, sive bubonocele sit, singulis diebus recenta applicandum; repositis prius intestinis, & cingulo apto, ligatura facta, ne intestina prolabi possint.

IX. *Emplastrum aliud vulnerarium, ad renes exulceratos* (Zwelfer 1693).
Rp:

Gummi animae Elimi — aa unciam semis
haec liquefiant in
Terebinthinae clarae — unciis quatuor:
quibus porro adde
Cerae flavae ororatae — uncias sex
Balsami n. Sulphuris non foetidi cum Oleo Terebinth. flavo, vel rubro, parati — unciam unam semis

His exacte mixtis impastentur sequentia, subtilissime incisa & contusa: quae sunt

Rad. Sigilli Salomon. recent. — uncia una
Symphyti maj. recent. — uncia una semis
Herb. Plantaginis minoris
Millefolii
Solani
Consolid. Sarracen.
Flor. Hyperici
Rosarum — aa recent. uncia una

Oculorum populi arbor. recentium uncia una semis; ultimo addantur

Pulv. Croci opt. — drachmae duae
Olibani — drachmae sex
Camphorae — drachmae tres, solutae
in particula Ungu. Rosati,
ad pulticulam.

Fiatque, diu multumque agitando. intra lenissimum calorem, in diplomate, Emplastrum, regioni Renum applicandum.

X. *Emplastrum Vulnerarium verum* (Zwelfer 1693).
Rp:

Pulv. Gum. Elemi	
Opopanacis	
Sagapeni	
Mastichis	
Olibani	
Myrrhae	
Haec omnia liquefiant, beneficio caloris lenissimi, in	
Terebinthinae clarae	aa unciis octo
Balsami n. vulnerii Martialis	
Balsami n. Sulphuris	
Vulnerarii	ana superius in classe
Oleorum coctorum edoct.	unciis duabus;

et, dum in diplomate liquefacta adhuc carent, superaddantur sequentia subtilissime incisa, & minutissime contusa: ut pote,

Rad. Symphiti major. recent.	uncia una semis
Herb. Alchemillae	
Consol. Sarracen.	
Millefolii	
Plantag. min. acutifolii	
Pyrolae	ana recent. uncia una
Flor. Hyperici recent.	drachm. decem
Gemmar, Populi arbor. recent.	unciae duae
Summit. Laricis, seu Abietis,	
a lanugine sua separat.	uncia una semis
nec non	
Pulv. Sanguinis Draconis	
Lapid. Calamin. cum succo Plantaginis parati.	
Osteo collae, itentidem itentidem cum succo Plantag, parati	
	aa uncia semis
Sarcocollae	uncia semis
Croci Martis, ex Vitriolo Martis	
per calcinationem parati	uncia una semis:
Ultimo tandem, quando quasi refrixerunt, admisceatur	
Balsami Indici de Peru	uncia una semis

Fiat, omnibus exacte inter se invicem copulatis, Emplastrum, vulneribus in universum omnibus, antiquis aeque, ac recentibus, applicabile: praeservans, & ab omnibus symptomatibus defendens Vulnera: quae persanat, & conglutinat.

XI. *Extractum Virga aureae* (Pharmakop. Herbipolitanea 1796).
Rp:

Herba Virga aureae q. vis coque per horam in aquae communis q. s., cola exprimendo, sepone et decantha liquorem, qui ad mellis spissi consistentiam evaporet.

XII. *Oleum Hyperici compositum s. Balsamus Hyperici Nobiliss. Georg. Goleri a Rabenstein* (Schroeder 1694).
Rp:

Oleum Hyperici opt.	librum unum
Vini generos. sextar. tres.	
Ol. Terebinth.	
Laterin.	
Lumbricor	uncias duas
Cerae	unciam unam
Pinguedin. human. destillat.	
Ol. de medulla (Hum. vel cerv.) destill.	aa uncias tres
Theriac. Andr.	
Mithridat.	aa unciam unam

Visc. querc.	
Til.	
Coryll.	aa manipul. unum
Fol. Persicat.	
Rut. Murar.	aa manipula tres
Flor. Antirrhin.	manip. VIII
Hyperici	manip. VI
Verbasc.	manip. II
Betonic.	
Centaur. min.	
Prunell.	
Consolidae aureae	
Ptarmic. Austriacae	
Chelidon.	aa manip. Unum
Sem. Antirrhin.	unciam semis
Hyperici	unciam unam semis
Rad. Dracuncul. maculat.	
Aristoloch. rot.	
Symphyt.	ana Manip. semis
Scrophular.	
Fabariae s. Crassul maj.	aa manip. Unum

Bulliant siv. coq. in diplomate vase optime clauso ad consumptionem Vini. Exprimantur fortiter; postea imponantur.

Croc. ʒ	
Mumiae	
Mastich	
Thur.	
Myrrh.	aa drachmas duas

Denuo coq. leviter dein pro circulatione ponantur ad solem, hyeme ad fornacem.
N.
Usus et Applicatio

XIII. *Spccies Decocti Florum et Fructuum pectoralis* (Zwelfer 1693).
Rp:

Radic. Liquiritiae	unciam unam semis
Enulae campanae	
Ireos Florent.	
Pimpinellae	aa uncias duas
Symphyti major.	unciam unam
Herbar. Hyssopi	
Hederae terrestr.	
Consolidae saracenic.	
Veronicae	
Pulmonariae maculosae	aa manip. duos
Flor. Rosarum rubrarum	
Papaveris erratici	
Borraginis	
Bugloss.	
Violarum Martial.	aa Manip. unum semis
Dactylorum	
Ficuum pingu.	aa numero XX
Jujubarum	num. XXX
Passular. major. exacinat.	uncias quatuor
Siliquarum dulcium	uncias tres
Sem. Anisi	
Foeniculi	aa unciam unam

Crassiuscule incisa et contusa serventur pro usu; e quibus vel Decocta vel juscula pectoralia confici possunt.

XIV. *Species pectoralis pro Thea* (Triller 1764).
Rp:

Herbarum recent. Agrimoniae
Betonicae
Foeniculi
Hyssopii
Chaerophylli
Melissae
Veronicae
Virgae aureae aa manip. semis

Minutim scissa, pro potu Theae adhibeantur. Conf. inf.
Species decocti pectoralis, quorsum et hae pertinent.

XV. *Species pro decocto vulnerario* (Pharm. Wirtemberg. 1754; Helvetia 1771).
Rp:

Rad. Enulae
Symphyti majoris
Tormentillae
Hirundinariae aa unciam semis
Liquiritiae drachmas sex
Herb. Alchemillae
Saniculae
Plantaginis
Auriculae muris
Hyperici
Agrimoniae
Pimpinellae
Bugulae
Virgae aureae
Flor. Bellidis aa unciam semis
Sem. Foeniculi drachmas sex

Incisa serventur.
Sumuntur loco infusi Theae, in vulneribus tam internis, quam externis.

XVI. *Species pro decocto vulnerario* (Spielmann 1783).
Rp:

Rad. Enulae
Symphyt.
Tormentillae
Vincetoxi aa unciam semis
Liquiritiae drachmas sex
Herb. Alchemill.
Saniculae
Plantaginis
Auriculae muris
Agrimoniae
Sanguisorbae
Bugulae
Virgae aureae
Flor. Hyperici
Bellis aa unciam semis
Sem. Foeniculi drachmas sex

Incisa, contusa misceantur.
Laudantur roborandi scopo in morbis pectoris.

XVII. *Species* (diuretisch und Harndesinficiens) (Ripperger 1937).
Rp:

Herb. Ericae c Flor.
Fol. Betulae aa 30,0
Herb. Virgaureae 40,0

1 Eßlöffel zur Abkochung.

Species nach Madaus 1938:

XVIII. Bei chron. Nephritis (E. Becker).
Rp:
Herb. Solidaginis virga aureae
Herniariae
Fol. Orthosiphonis aa 25,0
4 Teelöffel auf 2 Glas Wasser.

XIX. Als Diureticum (Götz).
Rp:
Herb. Solidaginis Virga aureae
Frct. Cynosbati aa 30,0
Fol. Myrtilli 20,0
Flor. Lamii alb.
Herb. Equiseti
Stipit. Spiraeae ulm. aa 10,0
5 Teelöffel auf 2 Glas Wasser.

XX. Bei Nieren- und Blasenstein (Wittlich).
Rp:
Herb. Solidaginis virga aureae 60,0
Rad. Ononidis
Fol. Betulae aa 20,0
4 Teelöffel auf 2 Glas Wasser.

XXI. Bei Rheuma (Wolf).
Rp:
Fol. Solidaginis virga aureae
Rad. Sambuci ebuli
Fol. Betulae aa 25,0
3 Teelöffel auf 2 Glas Wasser.

XXII. Als Diureticum und Harndesinficiens (Ripperger).
Rp:
Uvae ursi
Myrtilli
Solidaginis virgae aureae
Betulae aa 25,0
1 Eßlöffel zur Abkochung.

Alle Tees folgendermaßen zu bereiten:
Vorgeschriebene Menge Tee mit der Hälfte der vorgeschriebenen Wassermenge kalt 8 Stunden ziehen lassen. Den Auszug durch ein Sieb abgießen. Den Teerückstand mit der anderen Hälfte der vorgeschriebenen Wassermenge heiß überbrühen. Beide Aufgüsse mischen. Tagsüber, im allgemeinen schluckweise, trinken.

XXIII. *Species* bei chron. Nephritis (Meyer 1935).
Rp:
Fol. Betulae 60,0
Herb. Solidag. virgae aureae
Ocimi basilici aa 20,0
1 Eßlöffel mit einer Tasse Wasser übergießen, dreimal täglich 1 Tasse.

XXIV. *Species* gegen Skrofulose (Meyer 1935).
Rp:
Sem. Anthrisci cerefolii
Herb. Ledi pal.
Veronicae offic.
Solidaginis virgae aureae aa 25,0
1 Eßlöffel auf 1 Tasse Wasser aufgießen, dreimal täglich 1 Tasse.

XXV. *Species uragogae* (1935 Teerezept St. D. A.).
Rp:

Rad. Ononidis conc.	
Fruct. Juniper. contus.	
Herb. Urtic. conc.	
Herb. *Solidaginis virgae aureae* conc.	
Flores Millefolii	aa 10,0
Herb. Equiseti conc.	20,0
Fol. Betulae	30,0

Tee mit heißem Wasser übergießen, mehrere Stunden in verdecktem Gefäß ziehen lassen, später abpressen, warm trinken.

XXVI. *Spiritus Nephriticus* (Triller 1764).
Parisiensis.
sive eau de Jourdain
Dispens. Argent.

Rp:

Turbith gummosi	
Mastiches	uncias duas
Caryophyllorum	
Nucis Moschatae	
Galangae	
Cubebarum	
Cinnamomi	aa unciam unam
Ligni Aloes	unciam semis
Terebinthinae venetae	uncias tres
Mellis crudi	uncias quatuor
Pulpae Cassiae	unciam unam semis
Granorum Berberum	
Baccarum Aquifolii	
Rusci	
Hederae arbor.	aa No. sexaginta
Fructuum Cynosbat. exacinatorum	No. triginta
Millepedum	
Florum Lavendulae	
Virgae aureae seu *Consolid. saracen.*	
Saxifragiae	aa unciam unam
Cancrorum fluviatilium	No. duodecim
Spiritus vini	libras sex

Incisa et contusa, infundantur per octo dies: postea fiat lege Artis destillatio.

Huic Spiritui antinephritico in doloribus nephriticis sedandis, avenulis, calculisque et urina expellendis, ut et Calculi generatione impedienda, multum laudis attribuunt Parisienses. Ubivis autem non posse locum habere, facile ex ipsa compositione patet.

Datur ad Cochlear dimidium, ad duo, in convenienti vehiculo Conf. supro Aqua Antinephritica, vulgo de Bellegarde; cum reliquie Aquis nephriticis, ibi exhibitis.

XXVII. *Solidago virga aurea* ∅ (H. A. B. 1934).
Angewandter Pflanzenteil: Frische Blüte.
Bereitung der Arzneiform: Zur Essenz nach § 3 des Deutschen Homöopathischen Arzneibuches 1934.
§ 3: „Essenzen aus 1 Gewichtsteil des berechneten Saftes mit 2 Gewichtsteilen 90%igen Weingeistes bereitet.
Arzneigehalt = ⅛".

XXVIII. *Tinctura virga aureae* (1885).
Rp:

Herb. Virga aureae conc.	1
Spir. dil.	5

Macerieren.

XXIX. *Tinctura virga aureae Rademacheri.*
Rp:
Gleiche Teile des frisch ausgepreßten Saftes von Herba virga aureae und Spir. Vini rectific. werden gemischt und filtriert.
Innerlich 5mal täglich 30 Tropfen.

XXX. *Unguentum ad Hernias* (Zwelfer 1693).
Rp:
Butyri majalis recentis, non loti libras duas
Axungiae Taxi — uncias octo
Hominis — uncias sex
his mictis emergantur sequentia, subtiliter incisa et contusa:
Rad. recent. Tormentillae
Bistortae — aa uncia una semis
Symphytii maj. — unciae tres
Saniculae
Bard. maj. — aa unciae duae
Herb. recent. Perfoliatae
Hyperici
Consolidae Sarracen.
Pyrolae
Millefolii
Fol. recent. Quercus
Hederae arbor. — aa uncia una semis
Gland. seu Nuc. arboris Laricis, sive abietis (vulgo weisse Tannzapffen von Fehren Bäumen) — unciae tres
affusis
Vini boni rubri — unciis sex
Facta Maceratione, donec omnia ac singula collecta sint, coquantur leni igne, in sartagine ferrea, ad humiditatis totalem fere exhalationem, colentur: post exprimantur species fortiter fiatque sic unguentum: Servetur usui.

Certum remedium est, pro sanandis herniis, quo inungendae partes affectae, sive in inguine ruptum sit peritoneum aut aliquo alio in loco abdominis intestinis prolabentibus, sive peritonei processus, qui ad scrotum tendit, dilatatus sit, per quem intestina in scrotum etiam prolabuntur, perinde erit; modo inunctio semper versus superiora fiat; intestinis tamen prius repositis et cingulo apposito, sive ligatura adhibita, paucarum septimanarum spatio cura absolvetur. Hoc tamen insuper notandum, quod, si hoc unguento partes anteriores inungantur; retro, in dorso, cum Axungia Ursi, tanquam ex opposito, inunctio quoque peragenda sit.

XXXI. *Unguentum viride reginae* (Zwelfer 1695).
Rp:
Fol. Lauri
Rosmarini
Salviae
Majoranae
Rutae
Millefolii
Anagallidis aquaticae
Nigellae cum Floribus et Seminibus — aa manipulos duos
Urticae majoris
minoris
Hyssopi
Prunellae
Artemisiae — aa manipulum unum
Agrimoniae
Centinodii
Plantaginis minoris
Rad. Cichorii
Bellidis
Consolidae mediae
Saracenicae
Vincae pervincae
Lavendulae
Absinthii
Rosar. rubearum
Albarum — aa manipulos tres

Herbae et radices mundatae incidantur, contundanturque cum Butyri recentis libris sex, coquuntur simul lento igne rudicula continuo agitando; Postea colentur et exprimantur, ita ut expressa pinguedo fluat in aquam frigidam, ubi refrixit, aquae demptam rursus parum coque et adde cerae albae seorsim liquifactae libram semis, olei Olivarum libras duas, quae continuo simul agitabis, ac ubi fere refrigerata fuerint, insperge.

Olibani et Mastiches subtillissime pulverisatorum aa uncias quatuor.

Redigantur in unguentum.

Datur intra corpus ruptis convulsis, ac exalto prolapsis, ubi grumosi sanguinis suspicio subest: sugillata curat, dolores partium lenit, est quo ad varios usus accommodatum.

Animadversiones; aliam et magis dextram praeparationem adiungam, utpote.

Rp:

Anagallidis	
Nigellae cum Floribus	aa unciam quatuor
Urticae majoris	
minoris	
Prunellae	
Artemisiae	aa uncias tres
Agrimoniae	
Centinodii	
Plantaginis minoris	
Rad. Cichorii	
Bellidis	
Consolidae mediae	
saracenicae	
Vincae pervincae	
Absinthii	
Rosarum	aa uncias tres

Omnia recentia conscissa et contusa infundantur in

Butyri recent. non saliti	libras sex
Olei olivarum	libras duas

Macerenturque per septimanam unam vel alteram, postea coquantur ad humiditatis exhalationem, fiatque colatura cum expressione fortissima: expresso, et colato de novo immisce:

Fol. recent. lauri vel	
Baccarum Lauri	
Rorismarini	
Salviae	
Majoranae	
Rutae	
Summitat. Millefolii	
Hyssopi	
Lavendulae	aa uncias quatuor
Absinthii	
Rosarum rubearum	aa uncias tres

macerentur rursus per septimanam unam vel alteram, factaque ebullitione unica cucurbita, reiteretur colatura cum expressione fortissima, addendo exiguum illud humiditatis, quod forte in ebullitione illa unica ultimo prodiit. Colato unguento adde in eoque dissolve:

Mastichis electae	uncias quatuor
Cerae citrinae et novae	libram semis

agitentur optime, tum demum adjice

Olibani subtilliss. trit.	uncias quatuor

Et omnibus probe mixtis fiat unguentum.

XXXII. *Vinum Virgae aureae.*
Goldrutenwein.

2—3 Handvoll Herba Virgae aureae mit einer Flasche Weißwein ansetzen,

4—6 Tage stehen lassen, abseihen.

Morgens und abends ein Glas voll trinken.

Spagyrische Verordnungsweise.

Bei Schweiße (Hyperhydrosis)

Rp: Salvia spag. ∅ 10,0
Dulcamara spag. D 1 5,0
Solidago spag. ∅ 5,0

2stündlich 5 Tropfen auf Zucker.

Bei Schrumpfniere (Morbus Bright)

Rp: Solidago spag. ∅

Bei Nephritis.

Rp: Belladonna spag. D 2 10,0
Berberis spag. D 1 5,0
Solidago spag. ∅ 5,0

2stündlich 5 Tropfen.

Bei Nierenstein (Nephrolithiasis)

Rp: Solidago spag. ∅ 10,0
Belladonna spag. D 1 5,0
Sarsaparill. spag. ∅ 5,0

2stündlich 5 Tropfen in warmem Wasser.

Bei Nierenbeckenentzündung (Pyelitis)

Rp: Solidago spag. ∅

Rp: Berberis spag. ∅ 10,0
Solidago spag. ∅ 5,0
Betula spag. ∅ 5,0

20 Tropfen auf ein Glas warmen Wassers oder Wildunger Sprudels, mehrmals täglich.

ZUSAMMENFASSUNG.

Botanischer Teil.

Nach einem kurzen Überblick über die systematische Einordnung der Goldrute und ihre Verbreitung wird die Pflanze in allen ihren Teilen genau morphologisch beschrieben. Es wird hierbei erstmalig auf die Entwicklung ihrer einzelnen Organe eingegangen.

Anatomisch werden zum Teil erstmalig von der Keim- und ausgewachsenen Pflanze alle Organe genau beschrieben und mit Zeichnungen belegt. Auch hierbei werden die Veränderungen während der Entwicklung berücksichtigt.

Keimversuche ergeben, daß der Same ohne Schwierigkeit zum Keimen gebracht werden kann, daß aber die Keimfähigkeit mit zunehmendem Alter sehr bald abnimmt.

Ein ausführliches Verzeichnis der Synonyma, der in- und ausländischen Bezeichnungen sowie eine etymologische Erklärung des Namens schließen den botanischen Teil ab.

Chemischer Teil.

Es werden die Schwankungen des Wassergehaltes in den einzelnen Organen der Pflanze während der ganzen Entwicklungsperiode untersucht.

Die qualitative Untersuchung der Asche ergibt außer den üblichen Elementen noch Al und Na. Quantitativ ist der Mineralgehalt in den einzelnen Organen während einer ganzen Vegetationsperiode bestimmt.

Mit Hilfe eines selbstkonstruierten Apparates wird festgestellt, daß ätherisches Öl in der ganzen Pflanze und in besonderer Menge in den unterirdischen Organen vorkommt. Der Brechungsindex des ätherischen Öles beträgt $n_D^{25} = 1{,}5880$. Der Gehalt an ätherischem Öl sinkt beim Lagern der Droge.

Gerbstoff ist in allen Teilen der Pflanze enthalten. Der Blüte kommt von allen Organen der Höchstgehalt zu. Der Gerbstoff erweist sich als ein Gerbstoff der Katechingruppe. Es ist weiter versucht worden, ihn durch einzelne Reaktionen zu charakterisieren. Ferner werden die Schwankungen des Gerbstoffgehaltes in den einzelnen Organen untereinander und während der Vegetationsperiode untersucht. Daneben wird der Verlust an Gerbstoff durch den Trocknungsprozeß von der frischen Pflanze bis zur Drogenform gemessen. Beim Lagern verliert die Droge in einem Zeitraum von anderthalb Jahren keinen Gerbstoff.

Eine Prüfung auf Alkaloide macht das Vorhandensein einer alkaloidähnlichen Pflanzenbase in Kraut und Samen wahrscheinlich.

In Hämolyseversuchen erweist sich die ganze Pflanze als saponin-

haltig. Den höchsten Saponingehalt weisen bei der ausgewachsenen Pflanze die unterirdischen Organe auf. Es folgen in absteigender Reihenfolge: Same, Blüte, Blatt, Stengel. Die hämolytische Wirkung der Organe der Keimpflanze ist in absteigendem Maße: Keimblatt, Stengel, Primärblatt, Wurzel. Hierbei ist die hämolytische Wirkung des Keimblattes und Stengels ungefähr gleich. Es werden weiter die saponinführenden Schichten der einzelnen Organe der ausgewachsenen Pflanze ermittelt.

Das Saponin wird erstmalig isoliert und als neutrales Saponin bestimmt. Es zeigt ein abweichendes Verhalten gegen Bleiverbindungen.

An organischen Säuren werden Weinsäure, Zitronensäure und Oxalsäure nachgewiesen.

Es werden weiter an der Droge quantitative Extraktionen mit verschiedenen organischen Lösungsmitteln vorgenommen, um festzustellen, wie weit die einzelnen Lösungsmittel die Inhaltsstoffe der Droge erfassen. Die einzelnen Auszüge werden auf ihre Farbänderungen unter der Analysenquarzlampe beobachtet.

Es wird erstmalig im Kraut und Samen ein Flavonkörper festgestellt.

Fettes Öl wird in Übereinstimmung mit den mikroskopischen Beobachtungen im Samen gefunden.

Pharmazeutischer Teil.

Die Goldrute kann im Arzneischatz zuerst urkundlich im Jahre 1564 festgestellt werden. Von dieser Zeit an wird ihr Vorkommen in alten Kräuterbüchern und in- und ausländischen Pharmokopoeen bis zur Gegenwart verfolgt, und ihre medizinischen Anwendungsgebiete werden zusammengestellt.

Es wird versucht, diese Anwendungen durch die in den chemischen Untersuchungen gefundenen Inhaltsstoffe und deren Wirkungen zu erklären. Dabei wird festgestellt, daß die arzneiliche Verwendung der Goldrute eine Berechtigung hat als Expectorans, Diaphoreticum, Diureticum, Digestivum, Carminativum und als Mittel gegen Hautleiden.

Zur Prüfung der pharmakologischen Wirkung der Droge ist vom Verfasser an sich selbst mit Solidago ∅ ein Versuch vorgenommen worden, der aber kein klares Bild ergibt.

Weiter sind von dem getrockneten Kraut, der Wurzel und den frischen Blüten der Goldrute galenische Präparate angefertigt und diese auf ihre Inhaltsstoffe untersucht worden. Dabei wird übereinstimmend mit den Untersuchungen des chemischen Teils festgestellt, daß der Wurzeldroge der höchste Gehalt an Wirkstoffen zukommt.

Es wird deshalb vorgeschlagen, statt der handelsüblichen Herba Virgae aureae als Droge „Herba Virgae aureae cum Rad." zu nehmen, oder sogar die unterirdischen Organe (Rad. Virgae aureae) allein zu verwenden.

Eine Sammlung alter und neuer Rezepte, in denen die Goldrute enthalten ist, bildet den Abschluß des pharmazeutischen Teiles.

Vorliegende Arbeit zeigt also, daß die Goldrute mit vollem Recht als ein gutes Heilkraut angesehen werden muß. Zur völligen Abrundung des Bildes über die Wirkungsweise dieser Heilpflanze sind allerdings noch Untersuchungen darüber erwünscht, auf welchem der angegebenen Indikationsgebiete die Pflanze beim heutigen Stand der Therapie zweckmäßig zur Anwendung kommt.

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.

1. Abbildungen aus dem Kreutterbuch des Hieronymus Bock. 1565.
2. (A, B). Holzschnitte aus dem „Commentary in VI libros Pedacy Dioscoridis Anazarbei de Medica materia", von Matthiolus. 1598.
3. (A—D). Vegetationsaufnahmen von Solidago virga aurea L., den verschiedenen Habitus zeigend.
4. Blütenstand von Solidago virga aurea L. 1 : 1,5.
5. Aufgeblühtes Blütenköpfchen von Sol. virg. aur. 1 : 4.
   A = Seitenansicht
   B = Aufsicht
6. Wurzel. Querschnitt im oberen Drittel. 1 : 69.
7. Wurzel. Längsschnitt durch einen Sekretgang. 1 : 69.
   En = Endodermis
   Ph = Phloem
   R = Rinde
   S = Sekretgang
8. Wurzel. Aufsicht auf die Epidermis mit den in bestimmten Zonen auftretenden Haaren. 1 : 69.
9. Wurzel. Mykorrhizabildung. Aufsicht auf die unter der Oberhaut liegenden Zellschichten. 1 : 69.
10. Rhizom. Querschnitt. 1 : 7 (schematisiert).
    En = Endodermis
    Ms = Markstrahl
    Ph = Phloem
    R = Rinde
    S = Sekretgang
    Sk = Sklerenchymfasergruppe
    X = Xylem
11. Rhizom. Querschnitt durch Xylem mit sekundärem Markstrahl. 1 : 48.
12. Rhizom. Querschnitt durch einen Sekretgang mit Sklerenchymfaserbündel. 1 : 69.
    En = Endodermis
13. Stengel. Querschnitt in Höhe der Blütenregion. 1 : 11.
    En = Endodermis
    Ph = Phloem
    S = Sekretgang
    Sk = Sklerenchymfaser
    X = Xylem
14. Stengel. Querschnitt dicht unterhalb der Blütenregion. 1 : 69.
15. Stengel. Sklerenchymfasern. 1 : 69.
16. Stengel. Gliederhaare. 1 : 69.
17. Stengel. Gliederhaare und Haaransätze. 1 : 69.
18. Stengel. Spitzen der Gliederhaare mit den Einlagerungen. 1 : 268.
19. Laubblätter von Solidago virg. aur. L. Untere und mittlere Stengelregion. ¼ natürl. Größe.
20. Grundständiges Laubblatt von Sol. virg. aur. ¼ natürl. Größe.
21. Blatt (junges Stadium in der Blütenregion). Aufsicht auf die Epidermis der Blattunterseite in der Blattmitte. 1 : 69.
22. Blatt (älteres Stadium). Aufsicht auf die Epidermis der Blattunterseite in der Blattmitte. 1 : 69.
23. Blatt (junges Stadium in der Blütenregion). Aufsicht auf die Epidermis der Blattunterseite mit einem Geißelhaar und einer Spaltöffnung. 1 : 268.
24. Blatt. Querschnitt durch die Epidermis mit einem Geißelhaar. 1 : 268.

25. Entwicklung einer Blütenknospe von Sol. virg. aur. 1 : 1,3.
26. Capitulum. Längsschnitt durch den Blütenboden und die verdickte Blütenstandsachse. 1 : 11.
    B = Verdickte Blütenstandsachse
    D = Zone des dichteren, größere Kristalle führenden Gewebes
    L = Zone des lockeren, Kristallnadeln führenden Gewebes
    R = Blütenboden
27. Capitulum. Haare des Blütenbodens. 1 : 69.
28. Hüllschuppen des Involucrums von Solidago virg. aur. L. Natürl. Größe.
    A = Außenseite
        1 = Schuppe des äußersten Kreises
        2—3 = Schuppe des inneren Kreises
    B = Seitenansicht
29. Hüllschuppe. (Hüllschuppe eines inneren Kreises.) Aufsicht auf die Epidermis und den Schuppenrand an der Basis.
    A = 1 : 69
    B = 1 : 268
30. Hüllschuppe. (Hüllschuppe eines inneren Kreises.) Aufsicht auf die Epidermis und den Schuppenrand an der Spitze. 1 : 69.
31. Hüllschuppe. Querschnitt. 1 : 69.
    A = Außenseite der Hüllschuppe
    I = Innenseite der Hüllschuppe
    S = Sekretgang
32. Einzelblüten und Samen von Solidago virg. aur. L. 1 : 1,3.
    A = Röhrenblüte
    B = Zungenblüte
    C = Same
33. Zungenblüte. Aufsicht auf die Epidermis mit der Cuticulastreifung auf der Unterseite des Blumenkronblattes. 1 : 268.
34. Zungenblüte. Aufsicht auf die Epidermis mit der Cuticulastreifung auf der Oberseite in der oberen Hälfte des Blumenkronblattes. 1 : 268.
35. Zungenblüte. Haarformen.
    A = 1 : 69
    B = Zwillingshaar. 1 : 268
    C = Basis eines Gliederhaares. 1 : 268
36. Zungenblüte, Zwillingszotte. 1 : 268.
37. Zungenblüte. Teil des Griffels mit der Narbe. 1 : 18.
38. Fruchtknoten (Zungenblüte).
    A = Schematisierter Längsschnitt durch den Fruchtknoten mit den kristallführenden Zonen. 1 : 18
    B = Schematisierter Querschnitt durch die Mitte des Fruchtknotens
39. Fruchtknoten (Röhrenblüte). Aufsicht auf die Epidermis und Haare in der mittleren Region des Fruchtknotens. 1 : 268.
40. Röhrenblüte. Teil des Griffels mit der Narbe. 1 : 18.
41. Röhrenblüte. Pollenkörner. 1 : 268.
42. Pappus-Haar. Spitze. 1 : 268.
43. Same. 1 : 268. Querschnitt.
    F = Fruchtblatt
    E = Endosperm
    K = Keimling
    S = Samenschale
44. Same. Haare. 1 : 268.

Abb. 1

Abb. 2A

Abb. 2B

Abb. 3A-D

A

B

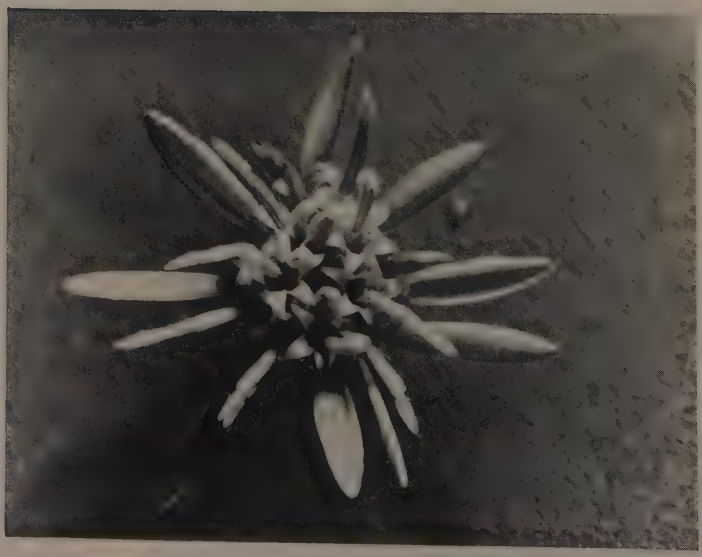
C

D

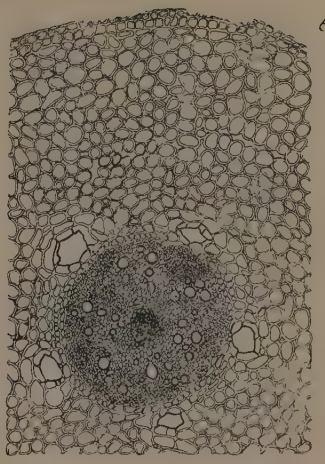
Abb. 4

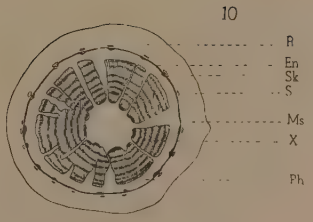
Abb. 5A-B

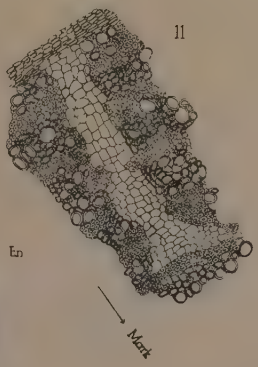
A

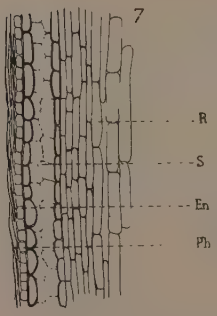


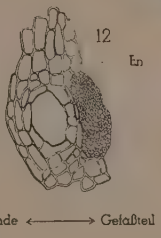
B











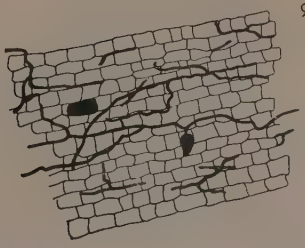


Abb. 6-12

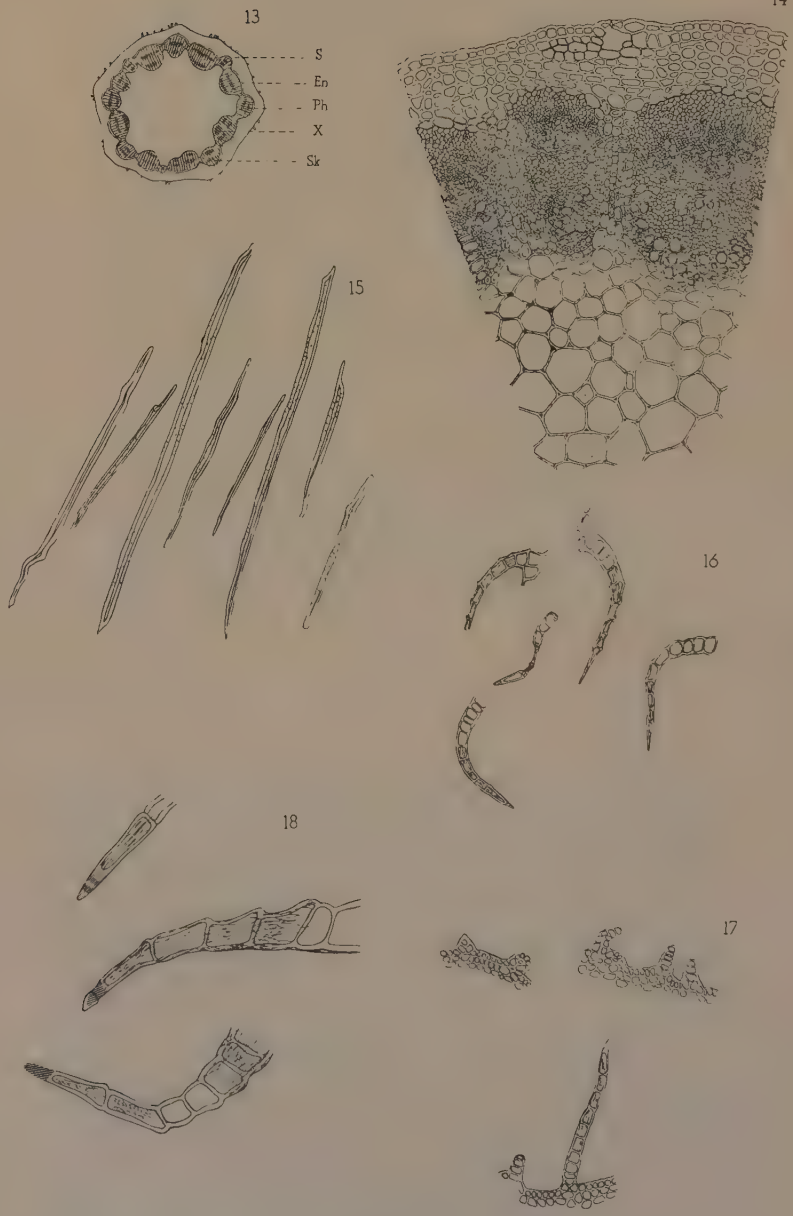
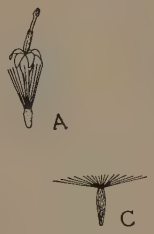


Abb. 13-18

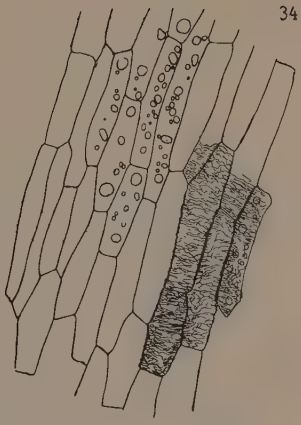
Abb. 19-24

Abb. 25-31

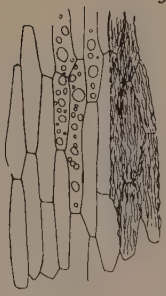


32

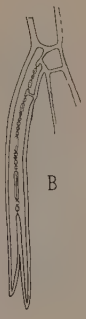
37



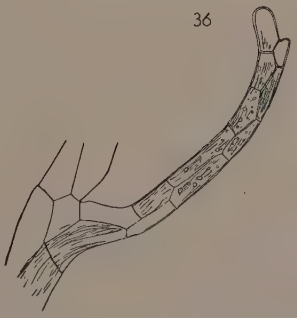
34



33



35



36

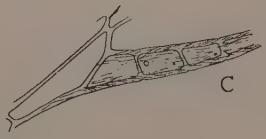


Abb. 32-37

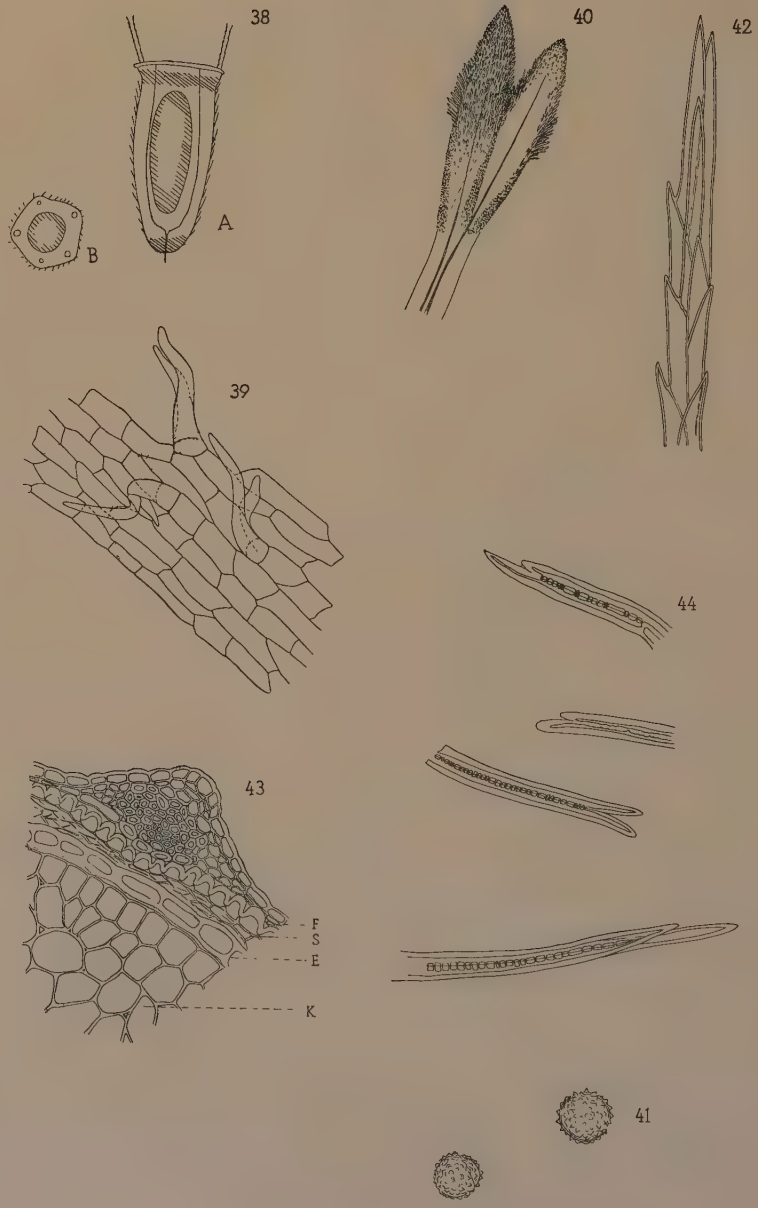


Abb. 38-44

SCHRIFTENVERZEICHNIS.

Augustin, Bela: Das absolute Gewicht der Heilpflanzensamen, Heil- und Gewürzpflanzen 1930. *12.* 86—91.

Bedevian, Armenag K.: Illustrated Pollyglottic Dictionary of plant names. Cairo, Argus & Papazian Presses 1936. 557.

Berg, Otto: Pharmaceutische Warenkunde. Berlin, Rudolph Gaertner 1869. 92, 237.

de Bergen, Carol. August: Flora Francofurtana. Frankfurt a. O., Johann Christ. Kleyb 1750. 281.

Berger, Franz: Neue Verfälschungen von Folia Malvae, Herba Solidaginis und Herba Adianthi aurei. Pharmaz. Monatshefte 1937. *18.* 23.

Bischoff, Gottlieb Wilhelm: Medicinisch-pharmaceutische Botanik. Erlangen, Ferdinand Enke 1843. 456; 2. Aufl. 1847. 456.

Blazek: Morphologisch-anatomischer Schlüssel zur Bestimmung von Blattbruchstücken der in Böhmen vorkommenden Korbblütler. Pharm. Monatshefte 1937. *18.* 111.

Bluff, Math. Jos., Fingerhuth, Carol. Ant.: Flora germanica. Nürnberg, I. L. Schrag 1825. 2. 365.

Bock, H. Hieronymus: Kreutterbuch. Straßburg 1565.

Bohn, Wolfgang: Heilwerte heimischer Pflanzen. Leipzig, Hans Hedewigs 1935. 5. Aufl. 64.

Brandt, W.: Pharm. Zeitung 1924. *69.* 204.

Brestowski, A.: Handwörterbuch der Pharmazie. Wien 1896. *2.* 588.

Buchenau, Franz: Flora der nordwestdeutschen Tiefebene. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1896. 488.

Buchheister-Ottersbach: Handbuch der Drogistenpraxis. Berlin, Julius Springer 1921. 270.

de Candolle: Prodromus systematis Naturalis. Argentorati. Treuttel & Würtz 1836. V. 338.

Catalogus medicamentorum in officinis Lubecensibus venalium. Lubecae 1745. 8.

Codex der Pharmacopoen. Leipzig, Leopold Voss 1845. *3.*

Codex Medicamentarius Europaeus. Leipzig, Franz Fleischer 1822. *6.* 60.

Crodel, W. und *Peyer, W.:* Das ärztliche Teerezept. St. D. A. Deutsche Apothekerschaft, Berlin. 55. 82.

Dafert und *Fleischer:* Beiträge zur Beurteilung von arzneilich verwendeten Gerbstoffdrogen. Pharm. Monatshefte 1935. *16.* 221—226.

Deutsches Arzneibuch VI. Berlin, R. v. Decker 1926.

Dinand: Handbuch der Heilpflanzenkunde. Eßlingen und München. J. F. Schreiber 1921. 202.

Dispensatorium Fuldense, von Francisco Antonio Schlereth. Frankfurt, Broenner 1797. 29.

— *Lippisches,* von Johann Christ. Friedr. Scharf. Lemgo, Meyer 1799. 256.

— *Pharmaceuticum Austriaco-Viennense.* Viennae Austriae 1729. 129.

— *Pharmaceuticum Brunsvicense.* Braunschweig 1777. 162.

Mc. Dougall, W. B., Olalla, E.: Mycorrhizas of the Compositae. Amer. J. Bot. 1929. *16.* 225—228.

Ebermayer, Johann Christoph: Vergleichende Beschreibung derjenigen Pflanzen, welche in den Apotheken leicht miteinander verwechselt werden nebst ihren unterscheidenden Kennzeichen. Braunschweig, Schulbuchhandlung 1794. 185.

— Von den Standörtern der Pflanzen im allgemeinen und den Arzneigewächsen. Münster, Peter Waldeck 1802. 215/216.

Ergänzungsbuch V zum Deutschen Arzneibuch VI. Berlin, Deutscher Apothekerverein 1930. 235.

Fellenberg-Ziegler: Kleine homoeopathische Arzneimittellehre. Leipzig, W. Schwabe 1925. 10. Aufl. 318.

Fischer, Robert: Über den Saponinnachweis in der Pflanze mit Blutgelatine. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien 1930. Abt. 1. Heft 5, 6. *139.*

Flamm, S., Kroeber, Ludwig: Rezeptbuch der Pflanzenheilkunde. Stuttgart, Hippokrates 1935. 3. Aufl.

Flora Danica von Otho Friedrich Müller. Kopenhagen 1777. *4.* Tafel 663.

De Franckenau, Francken G.: Flora Francica rediviva. Leipzig, Chr. Martini 1736. 604.

von Frankenau, Frank: Kräuterlexikon. Leipzig, Gross 1753. 615.

Geiger, Phil. Laur.: Pharmacopoea universalis. Heidelberg, Chr. Friedr. Winter 1845. *1.* 111.

Geissler und *Möller:* Realenzyklopädie der gesamten Pharmazie. Leipzig, Urban und Schwarzenberg 1890. *9.* 318.

Gessner, Otto: Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Heidelberg, Karl Winter 1931. 154.
Gilg, Brandt, Schürhoff: Lehrbuch der Pharmakognosie. Berlin, Julius Springer 1927. 435/436.
Gorschboth, Paul: Die Hesperidine in den Achänen der Compositen. Dahlem/Berlin, Verlag des Repertoriums 1927. 10.
Greve, Paul: Ledum palustre L., Monographie einer alten Heilpflanze. Diss. Hamburg 1938.
Haberlandt, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1909, 4. Aufl.
Hahnemann, Samuel: Apothekerlexikon. Leipzig, Leberecht Crusius 1799. *1.* 196, 403/404; *2.* 232.
Hallier, Ernst: Flora von Deutschland. Gera, Fr. E. Köhler. *29.* 111—113.
Hayne, F. G.: Gewächse der Arzneykunde. Berlin 1821. *8.* 12.
Hegi, Gustav: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München, I. F. Lehmann. *6.* 1. Hälfte. 409—411.
Himmelbaur, W. und *Scholda, N.:* Pharmakognostische Untersuchungen an Compositenblättern. Scientia pharmaceutica 1937. *8.* 82—83.
Hoffmann, Franz: Deutschlands Flora. Erlangen, Johann Jakob Palm 1791. 297; 1804. *1.* 2. Abt. 149.
Hoffmann, O.: in: Engler, O., und Prantl, A.: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1844. T. IV, Abt. 5.
Hooker and *Jackson:* Index Kewensis plantarum phanerogamarum. Oxford 1895. *IV.* Suppl. I, V.
Iwanow, S.: Zur Erkennung der Pflanzenöle der UdSSR. VII. Compositenöle. Jahresbericht der Pharmazie 1931. *66.* 15.
Kittel, Martin Balduin: Taschenbuch der Flora Deutschlands. Nürnberg, Leonhard Schrag 1853 712.
Klein: Handbuch der Pflanzenanalyse. Wien, Julius Springer 1932.
Kobert: Über die pharmakologische Bedeutung und die biologische Wertbestimmung der Sarsaparillen und ihnen verwandter Drogen. Berichte der pharmazeut. Gesellschaft 1912. 22. 203—242.
Koch, D. Guill. Dan. Jos.: Synopsis Florae Germanicae et Helvetiae. Lipsiae, Gebhardt und Reisland 1843. *1.* 389.
— Synopsis der deutschen und Schweizer Flora. Herausg. Hallier. Leipzig, Reisland 1902. 2. 1314.
Kofler, Ludwig: Die Saponine. Wien, Julius Springer 1927.
— und *Adam, Ph. A.:* Die Wertbestimmung der Saponindrogen. Arch. d. Pharm. 1927. *265.* 624—652.
— Über die Herstellung von Decocten aus Saponindrogen. Arch. d. Pharm. 1927. *265.* 652/653.
Kofler, L. und *Dafert, O.:* Über das Saponin von Gypsophila paniculata. Ber. d. pharm. Gesellsch. 1923. *33.* 215—229.
Kofler, L. und *Lázár, Z.:* Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Saponinhämolyse. Arch. d. Pharm. 1927. *265.* 610—623.
— Pharm. Zentralhalle 1925. *66.* 424—426.
Kroeber, Ludwig: Volkstümliche Arzneipflanzen in alter und neuerer Betrachtung. Heil- und Gewürzpflanzen. 1926. *9.* 17—23.
— Beitrag zur Kenntnis der Verteilung der Saponine in der Pflanze während verschiedener Reifestadien. Heil- und Gewürzpflanzen 1930. *12.* 135.
— Das Neuzeitliche Kräuterbuch. Stuttgart, Hippokrates 1934. 2. Ausg. *1.* 145—147.
Langethal, Chr. Ed.: Die Gewächse des nördlichen Deutschlands mit einem Blütenkalender. Jena, Fr. Luden 1843. 143.
Link, F. H.: Handbuch zur Erkennung der nutzbarsten und am häufigsten vorkommenden Gewächse. Berlin, Haude und Spener 1829. *1.* 741.
Linsbauer, K.: Die Epidermis. Handbuch der Pflanzenanatomie IV. Berlin, Gebr. Borntraeger 1930.
Madaus, Gerhard: Taschenbuch für die biologische Praxis. Dresden, Madaus 1933. 128, 338.
— Lehrbuch der biologischen Heilmittel. Abt. 1.: Heilpflanzen. Leipzig, Georg Thieme 1938. *3.* 2571—2576.

Marzell, Heinrich: Neues illustriertes Kräuterbuch. Reutlingen, Ensslin und Laiblin 1921. 470.
Matsumura, J.: Shokubutsu Mei-i. Enumeration of selected scientific names of Both Native and Foreign Plants. Tokyo, Maruya 1895. 279.
Matthiolus, Peter Andreas: Commentary in VI libros Pedacy Dioscoridis Anazarbei de Medica Materia. 1598. 712.
Meyer, Ernst: Pflanzliche Therapie. Leipzig, Georg Thieme 1935.
Molisch, H.: Mikrochemie der Pflanze. Jena, Gustav Fischer 1913.
Müller, Carl: Spagyrische Arzneimittellehre. Göppingen 1934. 89.
— Verordnung und Anwendung Spagyrischer Pflanzen-Einzel-Essenzen. Göppingen 1935. 29, 30, 34, 35.
Netolitzky, Fritz: Anatomie der Angiospermensamen. *10.* Handbuch der Pflanzenanatomie von K. Linsbauer. Berlin, Gebr. Borntraeger 1926.
Nissen, Johannes: Untersuchungen über den Blütenboden der Compositen. Diss. Kiel 1907
Orechoff, A.: Untersuchung einiger Heil- und Giftpflanzen der UdSSR. auf deren Alkaloidgehalt. Archiv d. Pharm. 1934. *272.* 673—690.
Peyer, W.: Die Drogen des Ergänzungsbuches V zum D. A. B. VI in ihrer Pulverform. Deutsche Apothekerzeitung 1934, Nr. 55—65.
Pharmacopoea *Augustana* renovata et Appendice. Auguste vindelicorum, Laurentius Kroeniger 1694; Taxa affixa, 29.
— *Austriaca:* Vindobonac, Kupfer und Wimmer 1820.
— *Danica:* Frankfurt 1786. 67.
— *Edinburgensis:* Göttingen 1735. 20.
— *Helvetica:* Basileae, Joh. Rod. Im-Hof 1771. *1.* 55; *2.* 202/203.
— *Herbipolitanea:* 1796. Ed. 2.
— *Hispanica:* Lipsiae 1822. 60.
— Medicaminum, quae in Pharmacopoea Hannoverana non sunt recepta. Von I. A. W. Strohmeyer, Hannover. Hannover, Hahn 1852. Taxa affixa.
— *Neohanoviensis,* von Sommerhoff 1703. 153.
— *Universalis:* von A. I. L. Jourdan. Weimar, Großherz. sächs. pr. Landes-Industrie-Comptoir 1832. *1.* 716.
— *Wirtembergica:* Stuttgart 1748. 45.
— — Stuttgart 1754. *1.* 48; *2.* 25, 171.
— — Stuttgart 1760. *1.* 48.
— — Stuttgart 1786. *1.* 55.
— — Stuttgart 1798. *1.* 45; *2.* 131.
Posner, Louis: Handbuch der klinischen Arzneimittellehre. Berlin, Hirschwald 1866. 554.
— und *Simon, Eduard:* Handbuch der allgemeinen und specifischen Arzneiverordnungslehre. Berlin, Hirschwald 1867. 327, 595.
Poulsson, E.: Lehrbuch der Pharmakologie. Leipzig, S. Hirzel 1934. Aufl. *10.*
Pritzel, G. und *Jessen, C.:* Die deutschen Volksnamen der Pflanzen. Hannover, Philipp Cohen 1882.
Rademacher: Rechtfertigung der Erfahrungsheillehre. Berlin 1843. 294.
Reichenbach, Ludwig: Flora germanica. Leipzig, Carol. Cnobloch 1830. *2.* 245/246.
Richard, A.: Medizinische Botanik. Berlin, Chr. Fr. Enslin 1826. *2.* 633.
Richter, Hermann: Untersuchung über die Saponinbildung in der Pflanze und ihre Abhängigkeit von äußeren und inneren Faktoren. Diss. Greifswald 1933. 34, 46—48.
Ripperger, Walther: Grundlagen zur praktischen Pflanzenheilkunde. Stuttgart-Leipzig, Hippokrates 1937. 117.
Ritter, Christian Wilhelm: Versuch einer Beschreibung der in den Herzogthümern Schleswig-Holstein und auf den angräntzenden Gebieten der freien Hansestädte Hamburg und Lübeck wildwachsenden Pflanzen mit sichtbarer Blüte. Tondern 1816. 304.
Roberg, Max: Über das Vorkommen und die Verteilung von Saponinen in Kräuterdrogen. Arch. d. Pharm. 1937. *275.* 84—103.
— Verteilung von Saponinen in pflanzlichen Drogen. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 1937. *55.* 299.
Roth, Alb. Guill.: Tentamen Florae Germanicae. Leipzig 1788. *1.* 361/362.
Ruppius, Henr. Bernh.: Flora Jenensis. Frankfurt, Ernst Cl. Baillier 1718. 169/170.
Schelenz-Trebschen: Münchener Medizinische Wochenschrift 1937. *84.* 1624.
Schenk, I. G.: Die Heilpflanze und der deutsche Arzt. Beilage D. D. Apothekerzeitung 1936. *51.*
Schimmel & Co.: Berichte 1897. 23; 1906. 164; 1915. I. 45; II. 37.

Schlechtendahl: siehe Hallier, E.
Schleiden, M. J.: Handbuch der medizinischen-pharmaceutischen Botanik. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1852. 365.
Schmidt, E.: Lehrbuch der homoeopathischen Arzneimittellehre. Dresden, Madaus 1930. 295.
Schröder, Joann: Thesaurus Pharmacologicus. Frankfurt, Joann Görlin 1669. 176/177.
Schröder, D. Johann: Medizin.-Chymischer Arzneischatz. Frankfurt, Joh. Hoffmann 1718. 75, 1171/1172.
Schulz, Hugo: Vorlesungen über Wirkung und Anwendung der Deutschen Arzneipflanzen. Leipzig, Thieme 1929. 2. Aufl. 256.
Schwabe, Willmar: Deutsches Homoeopathisches Arzneibuch. Leipzig, Schwabe 1901. Ausgabe A. 437.
— Homoeopathisches Arzneibuch. Leipzig, Schwabe 1934.
Sieburg: in Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. 1. T. 10. 1923. 584.
Solereder, H.: Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart, Ferdinand Enke 1899. Ergänzb. 1908.
Spielmann, D. Jac. Reinhold: Pharmacopoea generalis. Argentorati, I. G. Treuttel 1783. *1.* 88, 299.
Stauffer, Karl: Klinische homoeopathische Arzneimittellehre. Regensburg, J. Sonntag 1928. 893.
Strasburger, E., Koernicke, M.: Das Botanische Praktikum. Jena, Gustav Fischer 1923. 7. Aufl.
Sturm: Deutschlands Flora. Nürnberg, Selbstverlag 1802. 1. Abt. *3.* 192.
Szymkiewicz: Etudes biométriques sur Solid. virg. aur. Botan. Zentralblatt 1931. *18.* 195.
Taxa ad Dispensat. Brunsvicense 1777. 28
— Apotheker, der Herzogtümer Bremen und Vehrden. Stade, Caspar Holwein 1711. 32.
— Medicinal, Für Herzogtümer Schleswig-Holstein königlichen Anteils und den Grafschaften Oldenburg und Delmenhorst. Lipsiae 1786. 31.
— Pharmaceutica officin. Lipsiens 1669. 21.
Thilo, Johann Gottfried: Flora Francica rediviva, Kräuterlexikon. Leipzig, Christ. Martin 1716. 603.
Thomé: Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Gera, Eugen Köhler 1889. *4.* 274.
Thoms, H.: Handbuch der praktischen und wissenschaftlichen Pharmazie. Berlin, Urban und Schwarzenberg 1931 *5.* 2. Hälfte. 1640/1641.
Thon, Theodor: Die Botanik und ihre praktische Anwendung. Ilmenau, Friedr. Voigt 1828. 320.
Triller, Daniel Wilhelm: Dispensatorium Pharmaceuticum universale. Frankfurt a. M., Franc. Varrentrapp 1764.
Ubertus, Karl Heinz: Fachwörterbuch der Arzneimittel. Berlin, Hermann Meyer 1935. 3. Aufl.
Wasicki: Pharmakognostische Untersuchungen in Unterricht und Praxis. Leipzig, Franz Deuticke 1936. I. II. 365.
Weber, Ulrich: Kork-, Kutikula-, Fett- und Schleimfärbungen an Drogen und Drogenpulvern. Südd. Ap. Ztg. 1937. *75.*
Wehmer, Carl: Die Pflanzenstoffe. Jena, Gustav Fischer 1931. *2.* 1236.
Weinmann, Johann Wilhelm: Phytanthoza Iconographia. Regenspurg 1745. *4.* 505.
Weiss, Gustav: Beiträge zur Anatomie des Laubblattes officineller und pharmazeutisch gebrauchter Compositendrogen. Diss. Basel 1925. 19/20.
Wettstein, Richard: Handbuch der Systematischen Botanik. Leipzig, Franz Deuticke 1924.
Wiggers, A.: Grundriß der Pharmakognosie. Göttingen, Bandenhöp und Ruprecht 1857. 4. Aufl. 235/236.
Winkler, Eduard: Vollständiges Reallexikon der medicinisch-pharmaceutischen Naturgeschichte und Rohwarenkunde. Leipzig, F. A. Brockhaus 1842. *2.* 669/670.
Zickgraf: Zbl. f. innere Medizin 1929. Nr. 26.
Zörnig, Heinrich: Arzneidrogen. Leipzig, Werner Klinkhardt 1911. 2. 363/364.
Zwelfer, Johannes: Animadversiones in Pharmakopoeam Augustanam. Noribergae, Balth. Joach. Endter 1693.

Vorliegende Arbeit wurde im Hamburgischen Institut für angewandte Botanik unter Leitung von Fräulein Dozentin Dr. Ilse Esdorn angefertigt.

Ich danke dem Direktor des Instituts, Herrn Prof. Dr. G. Bredemann, für Überlassung eines Arbeitsplatzes. Besonders aber möchte ich Fräulein Dozentin Dr. Ilse Esdorn für ihre anregende und stets bereite Hilfe bei Durchführung der Arbeit aufrichtigst danken.

Weiter danke ich Herrn Prof. Dr. Eduard Keeser für freundliche Durchsicht des pharmakologischen Teiles und Fräulein Dr. med. Irmgard Krieger für die ärztliche Überwachung bei der Durchführung des Selbstversuchs. Für die Herstellung verschiedener Tinkturen danke ich den Herren der Fischmarkt-Apotheke (Hamburg): Apothekenleiter Hans Otte, Dr. Kurt Otte, L. Glotzbach, Chr. Thomsen; für die Hilfe bei den photographischen Aufnahmen Herrn Dr. Hans Zwingenberger; für Überlassung verschiedener Handelsdrogen den Firmen Blembel Gebr., Hamburg, und Cramer, Schweinfurth; für freundliche Auskünfte Herrn Röper, dem Vorsitzenden des Botanischen Vereins zu Hamburg, und Herrn Hoppe von der Firma Blembel Gebr.

LEBENSLAUF.

Am 18. Dezember 1913 wurde ich, Rolf Gnekow, als Sohn des Studienrats Max Gnekow und seiner Ehefrau Käthe, geb. Schmidt, in Wandsbek geboren.

Ich besuchte von 1919 bis 1922 die Vorschule und von 1922 bis 1931 das Matthias-Claudius-Gymnasium in Wandsbek, das ich nach bestandener Reifeprüfung Ostern 1931 verließ.

Anschließend war ich zwei Jahre als Apothekenpraktikant tätig. Nach bestandenem Vorexamen studierte ich in Kiel und Hamburg. Das Pharmazeutische Staatsexamen bestand ich in Hamburg Ostern 1935. Die Approbation als Apotheker erhielt ich am 31. März 1937.

Seit dem W.-S. 1936/37 bis zum Anfang des S.-S. 1938 war ich als Student der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät an der Hansischen Universität mit vorliegender Arbeit beschäftigt.